

Annex

EXPERIMENTAL RESULTS

Specimen HC-1

Concrete Properties

$f_c = 41.91 \text{ MPa}$ $f_s = 2.64 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$

Transversal Reinforcement

North side (Failure side) there is not any.

South side

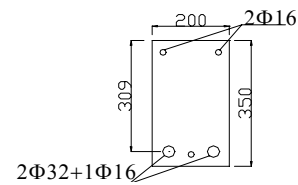
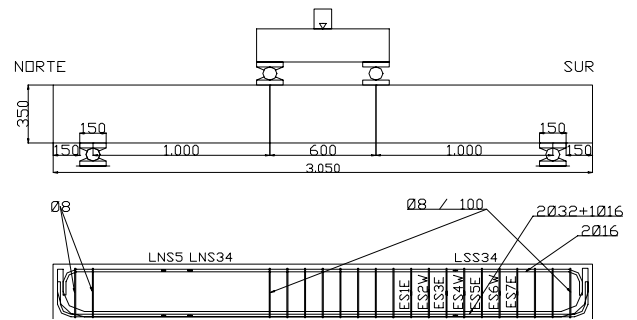
B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 2.791 \text{ MPa}$ $\text{Ø}8/100$

Cast: November 6, 2001

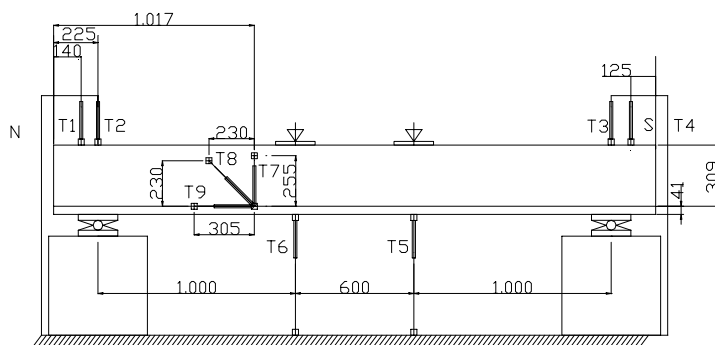
Tested: December 17, 2001

Test Duration: 64 min

Test Control: 0.15 mm/min



Summary of Test Observations: This beam had no transversal reinforcement in the north side. Brittle failure occurred as was expected. This beam collapsed from north side at 201 kN, that means at 100.5 kN of Shear force. Neither longitudinal reinforcement yielded, nor transversal reinforcement.



Specimen HC-1

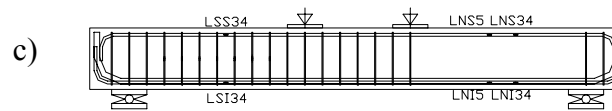
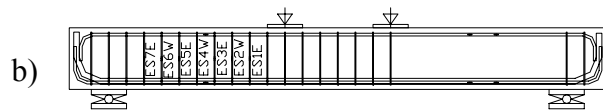
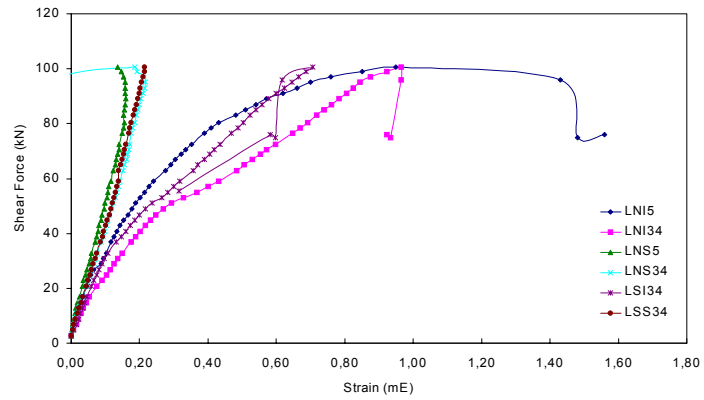
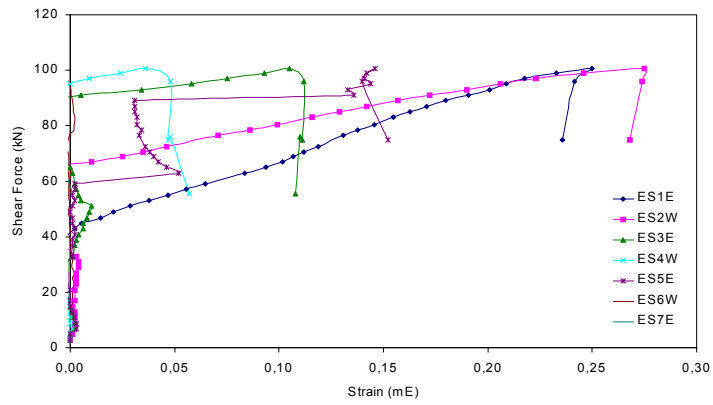
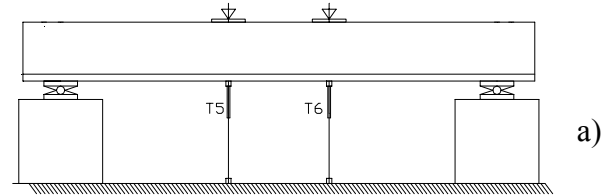
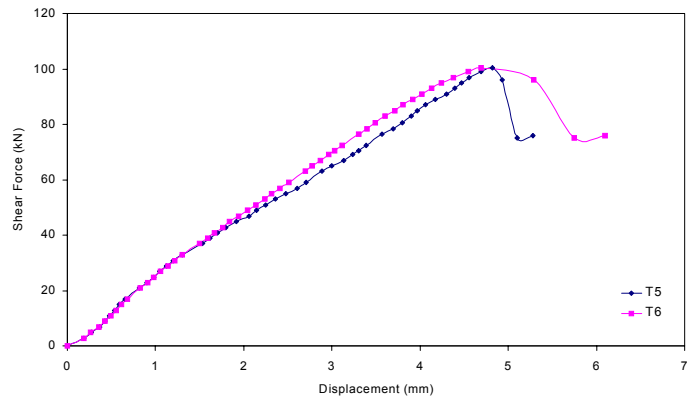
Time	Load	Shear	Deformation								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,018	5,67	2,835	0,02	0,01	-0,43	0,19	0,19	0,19	0,01	0,01	0,01
156	9,66	4,83	0,05	0,02	-0,38	0,22	0,27	0,27	0,01	0,01	0,01
946	13,70	6,85	0,06	0,01	-0,33	0,27	0,37	0,36	0,01	0,00	0,01
1066	17,70	8,85	0,06	0,01	-0,31	0,29	0,42	0,42	0,01	0,01	0,01
1152	21,70	10,85	0,07	0,01	-0,28	0,32	0,48	0,49	0,01	0,01	0,01
1230	25,70	12,85	0,08	0,02	-0,27	0,34	0,54	0,56	0,00	0,00	0,01
1300	29,70	14,85	0,08	0,02	-0,25	0,35	0,59	0,62	0,00	0,01	0,01
1366	33,70	16,85	0,09	0,02	-0,23	0,37	0,65	0,68	0,00	0,01	0,02
1492	41,80	20,90	0,09	0,02	-0,20	0,40	0,82	0,83	0,00	0,01	0,02
1552	45,70	22,85	0,09	0,02	-0,18	0,41	0,90	0,91	0,00	0,01	0,02
1612	49,70	24,85	0,09	0,02	-0,17	0,42	0,98	0,98	0,00	0,01	0,03
1672	53,70	26,85	0,09	0,03	-0,16	0,43	1,05	1,06	0,00	0,01	0,03
1734	57,70	28,85	0,09	0,03	-0,15	0,44	1,12	1,14	0,00	0,01	0,03
1794	61,70	30,85	0,08	0,03	-0,14	0,44	1,20	1,22	0,00	0,01	0,03
1856	65,70	32,85	0,08	0,03	-0,13	0,45	1,30	1,30	0,00	0,01	0,04
1980	73,80	36,90	0,07	0,04	-0,11	0,45	1,53	1,50	0,00	0,01	0,04
2038	77,70	38,85	0,07	0,04	-0,10	0,46	1,62	1,59	0,00	0,02	0,04
2098	81,70	40,85	0,07	0,04	-0,09	0,46	1,70	1,67	0,00	0,02	0,05
2156	85,70	42,85	0,06	0,04	-0,08	0,46	1,80	1,76	0,00	0,02	0,05
2214	89,70	44,85	0,05	0,05	-0,07	0,46	1,92	1,84	0,00	0,02	0,06
2272	93,70	46,85	0,05	0,05	-0,07	0,47	2,06	1,94	0,00	0,02	0,06
2330	97,70	48,85	0,05	0,05	-0,05	0,47	2,15	2,04	0,00	0,03	0,07
2390	102,00	51,00	0,04	0,05	-0,04	0,47	2,25	2,14	0,01	0,03	0,08
2452	106,00	53,00	0,04	0,06	-0,04	0,47	2,36	2,24	0,01	0,03	0,08
2508	110,00	55,00	0,04	0,07	-0,03	0,47	2,48	2,32	0,01	0,03	0,09
2562	114,00	57,00	0,03	0,07	-0,02	0,47	2,61	2,41	0,01	0,04	0,10
2620	118,00	59,00	0,03	0,07	-0,01	0,47	2,71	2,51	0,01	0,04	0,11
2732	126,00	63,00	0,02	0,08	0,00	0,47	2,89	2,70	0,01	0,05	0,11
2782	130,00	65,00	0,01	0,08	0,01	0,47	3,00	2,78	0,01	0,05	0,12
2840	134,00	67,00	0,00	0,08	0,02	0,47	3,13	2,87	0,01	0,06	0,13
2894	138,00	69,00	0,00	0,09	0,03	0,47	3,24	2,96	0,01	0,06	0,14
2934	141,00	70,50	0,00	0,09	0,03	0,47	3,30	3,03	0,01	0,07	0,14
2988	145,00	72,50	-0,01	0,09	0,04	0,47	3,39	3,12	0,01	0,07	0,15
3090	153,00	76,50	-0,02	0,10	0,06	0,47	3,57	3,30	0,02	0,08	0,16
3148	157,00	78,50	-0,01	0,11	0,07	0,47	3,70	3,40	0,02	0,08	0,17
3202	161,00	80,50	-0,01	0,13	0,08	0,47	3,80	3,49	0,02	0,09	0,17
3268	166,00	83,00	-0,02	0,14	0,09	0,47	3,90	3,60	0,03	0,10	0,18
3324	170,00	85,00	-0,02	0,15	0,10	0,47	3,97	3,71	0,03	0,10	0,18
3378	174,00	87,00	-0,02	0,15	0,11	0,47	4,06	3,81	0,03	0,11	0,18
3434	178,00	89,00	-0,03	0,15	0,12	0,47	4,17	3,92	0,04	0,11	0,19
3494	182,00	91,00	-0,04	0,15	0,13	0,47	4,30	4,02	0,04	0,12	0,19
3552	186,00	93,00	-0,04	0,15	0,14	0,47	4,39	4,13	0,04	0,13	0,19
3606	190,00	95,00	-0,05	0,15	0,15	0,47	4,47	4,24	0,04	0,14	0,19
3668	194,00	97,00	-0,06	0,15	0,16	0,47	4,56	4,38	0,05	0,16	0,19
3746	198,00	99,00	-0,07	0,16	0,17	0,47	4,69	4,55	0,06	0,21	0,20
3808	201,00	100,50	-0,07	0,16	0,18	0,47	4,82	4,69	0,07	0,26	0,21
3848	192,00	96,00	0,05	0,15	0,20	0,46	4,93	5,29	0,59	1,80	0,20
3894	150,00	75,00	0,12	0,15	0,20	0,46	5,10	5,75	2,08	2,53	0,18
4022	152,00	76,00	0,16	0,14	0,22	0,45	5,28	6,10	2,52	3,03	0,18
4028	111,00	55,50	0,24	0,13	0,10	0,46			2,37	2,53	0,17

Specimen HC-1

Time	Load	Shear	Longitudinal reinforcement strains					
			ϵ_{LN15}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LS134}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0
0	5,67	2,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
156	9,66	4,83	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
946	13,70	6,85	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01
1066	17,70	8,85	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
1152	21,70	10,85	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02
1230	25,70	12,85	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02
1300	29,70	14,85	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03
1366	33,70	16,85	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05	0,03
1492	41,80	20,90	0,05	0,07	0,03	0,04	0,06	0,04
1552	45,70	22,85	0,05	0,09	0,04	0,05	0,07	0,05
1612	49,70	24,85	0,06	0,10	0,04	0,06	0,07	0,05
1672	53,70	26,85	0,07	0,11	0,05	0,06	0,08	0,06
1734	57,70	28,85	0,09	0,12	0,05	0,07	0,09	0,06
1794	61,70	30,85	0,09	0,14	0,06	0,07	0,10	0,07
1856	65,70	32,85	0,10	0,15	0,06	0,08	0,11	0,07
1980	73,80	36,90	0,12	0,17	0,07	0,09	0,13	0,09
2038	77,70	38,85	0,13	0,19	0,07	0,09	0,15	0,09
2098	81,70	40,85	0,13	0,20	0,08	0,10	0,16	0,10
2156	85,70	42,85	0,14	0,22	0,08	0,10	0,17	0,10
2214	89,70	44,85	0,15	0,23	0,09	0,11	0,19	0,11
2272	93,70	46,85	0,17	0,25	0,09	0,11	0,20	0,11
2330	97,70	48,85	0,18	0,27	0,10	0,12	0,22	0,12
2390	102,00	51,00	0,19	0,29	0,10	0,12	0,24	0,12
2452	106,00	53,00	0,20	0,33	0,10	0,13	0,26	0,12
2508	110,00	55,00	0,21	0,37	0,11	0,13	0,28	0,13
2562	114,00	57,00	0,23	0,40	0,11	0,14	0,30	0,13
2620	118,00	59,00	0,24	0,43	0,12	0,14	0,32	0,14
2732	126,00	63,00	0,28	0,48	0,12	0,15	0,36	0,14
2782	130,00	65,00	0,29	0,51	0,13	0,16	0,37	0,14
2840	134,00	67,00	0,31	0,53	0,13	0,16	0,39	0,15
2894	138,00	69,00	0,32	0,55	0,14	0,17	0,41	0,15
2934	141,00	70,50	0,33	0,57	0,14	0,17	0,42	0,16
2988	145,00	72,50	0,35	0,60	0,14	0,17	0,43	0,16
3090	153,00	76,50	0,39	0,65	0,15	0,18	0,47	0,17
3148	157,00	78,50	0,41	0,67	0,15	0,18	0,49	0,17
3202	161,00	80,50	0,43	0,69	0,16	0,19	0,50	0,18
3268	166,00	83,00	0,48	0,72	0,15	0,19	0,52	0,18
3324	170,00	85,00	0,51	0,74	0,16	0,20	0,54	0,19
3378	174,00	87,00	0,54	0,76	0,16	0,20	0,56	0,19
3434	178,00	89,00	0,57	0,78	0,16	0,20	0,58	0,19
3494	182,00	91,00	0,62	0,80	0,16	0,21	0,60	0,20
3552	186,00	93,00	0,66	0,82	0,16	0,21	0,62	0,20
3606	190,00	95,00	0,70	0,84	0,16	0,22	0,64	0,21
3668	194,00	97,00	0,76	0,88	0,15	0,21	0,67	0,21
3746	198,00	99,00	0,85	0,92	0,15	0,19	0,69	0,21
3808	201,00	100,50	0,95	0,96	0,14	0,19	0,71	0,21
3848	192,00	96,00	1,43	0,96		-0,06	0,62	
3894	150,00	75,00	1,48	0,93		-0,25	0,60	
4022	152,00	76,00	1,56	0,92		-0,38	0,58	
4028	111,00	55,50				-0,44	0,31	

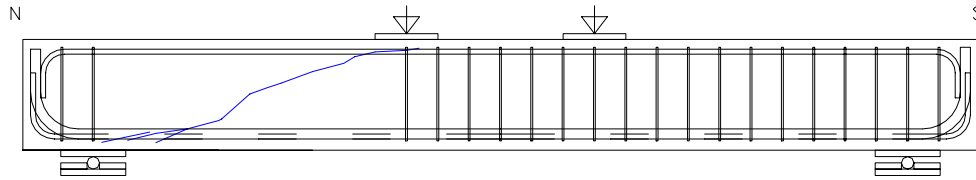
Specimen HC-1

Time	Load	Shear	Transversal reinforcement strains						
			ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}	ϵ_{ES4W}	ϵ_{ES5E}	ϵ_{ES6W}	ϵ_{ES7E}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	5,67	2,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
156	9,66	4,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
946	13,70	6,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1066	17,70	8,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1152	21,70	10,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1230	25,70	12,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1300	29,70	14,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1366	33,70	16,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1492	41,80	20,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1552	45,70	22,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1612	49,70	24,85	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
1672	53,70	26,85	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
1734	57,70	28,85	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
1794	61,70	30,85	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
1856	65,70	32,85	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
1980	73,80	36,90	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2038	77,70	38,85	0,00	-0,01	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2098	81,70	40,85	0,00	-0,01	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2156	85,70	42,85	0,00	-0,02	0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2214	89,70	44,85	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2272	93,70	46,85	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2330	97,70	48,85	0,02	-0,03	0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2390	102,00	51,00	0,03	-0,03	0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2452	106,00	53,00	0,04	-0,03	0,01	-0,02	0,00	0,00	-0,01
2508	110,00	55,00	0,05	-0,03	0,00	-0,03	0,00	0,00	-0,01
2562	114,00	57,00	0,06	-0,03	0,00	-0,03	0,00	0,00	-0,01
2620	118,00	59,00	0,06	-0,03	0,00	-0,03	0,00	0,00	-0,01
2732	126,00	63,00	0,08	-0,02	0,00	-0,03	0,05	0,00	-0,01
2782	130,00	65,00	0,09	-0,01	0,00	-0,03	0,05	0,00	-0,01
2840	134,00	67,00	0,10	0,01	0,00	-0,03	0,04	0,00	-0,01
2894	138,00	69,00	0,11	0,03	0,00	-0,03	0,04	0,00	-0,01
2934	141,00	70,50	0,11	0,04	0,00	-0,03	0,04	0,00	-0,01
2988	145,00	72,50	0,12	0,05	-0,01	-0,03	0,04	0,00	-0,01
3090	153,00	76,50	0,13	0,07	-0,01	-0,03	0,03	0,00	-0,01
3148	157,00	78,50	0,14	0,09	0,00	-0,03	0,03	0,00	-0,01
3202	161,00	80,50	0,15	0,10	0,00	-0,03	0,03	0,00	-0,01
3268	166,00	83,00	0,15	0,12	-0,01	-0,03	0,03	0,00	-0,01
3324	170,00	85,00	0,16	0,13	-0,01	-0,03	0,03	0,00	-0,01
3378	174,00	87,00	0,17	0,14	-0,01	-0,03	0,03	0,00	-0,01
3434	178,00	89,00	0,18	0,16	-0,01	-0,02	0,03	0,00	-0,01
3494	182,00	91,00	0,19	0,17	0,01	-0,02	0,14	0,00	-0,01
3552	186,00	93,00	0,20	0,19	0,03	-0,01	0,13	0,00	-0,01
3606	190,00	95,00	0,21	0,21	0,06	0,00	0,14	0,00	-0,01
3668	194,00	97,00	0,22	0,22	0,08	0,01	0,14	0,00	-0,01
3746	198,00	99,00	0,23	0,25	0,09	0,02	0,14	0,00	-0,01
3808	201,00	100,50	0,25	0,28	0,11	0,04	0,15	0,00	-0,01
3848	192,00	96,00	0,24	0,27	0,11	0,05	0,14	0,00	-0,01
3894	150,00	75,00	0,24	0,27	0,11	0,05	0,15	0,00	-0,01
4022	152,00	76,00			0,11	0,05		0,00	-0,01
4028	111,00	55,50			0,11	0,06		0,00	0,00

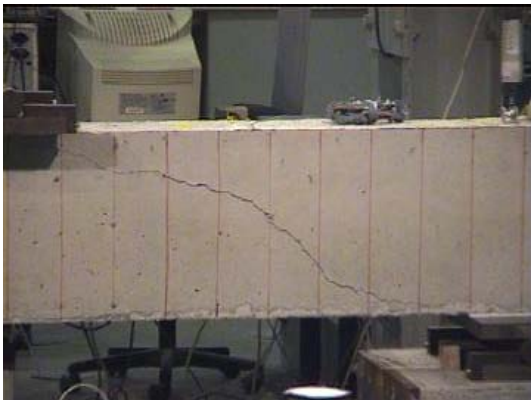
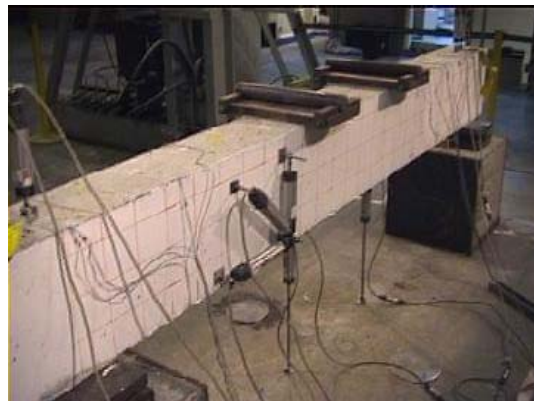


Graphs: a) Displacement (mm)-Shear force, b) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), c) Strain of stirrups (mε)-Shear force 8kN

Specimen HC-1- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



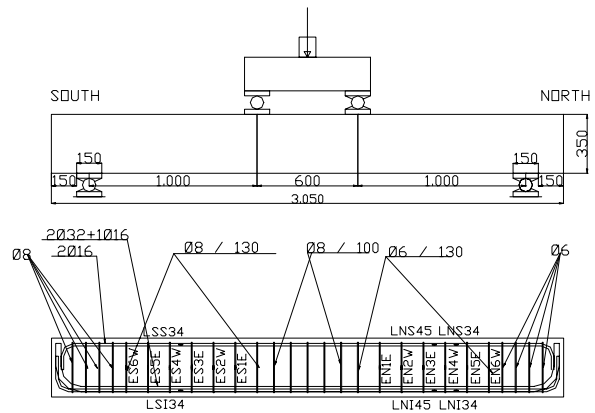
Specimen HC-2

Concrete Properties

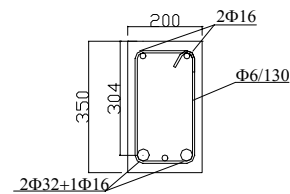
$f_c = 41.91 \text{ MPa}$ $f_s = 2.64 \text{ MPa}$
 Longitudinal Reinforcement
 B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_1 = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$
 barras en una línea

Transversal reinforcement

North side-Failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.180 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/130 \text{ mm}$

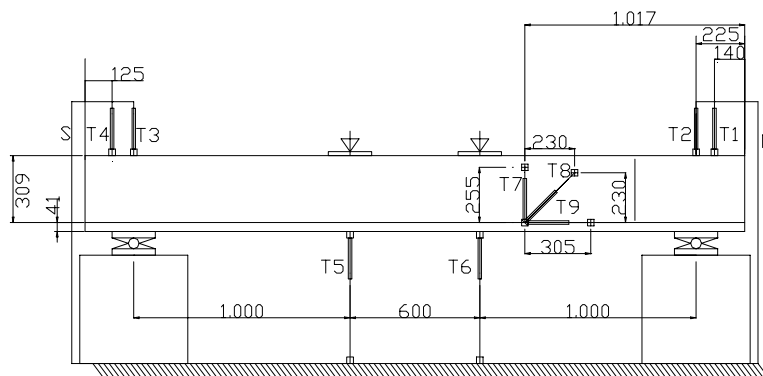


South Side
 B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 2.146 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/130 \text{ mm}$



Cast: Nov 6, 2001
 Tested: Dec 20, 2001
 Test duration: 74 min
 Test control: 0.30 mm/min

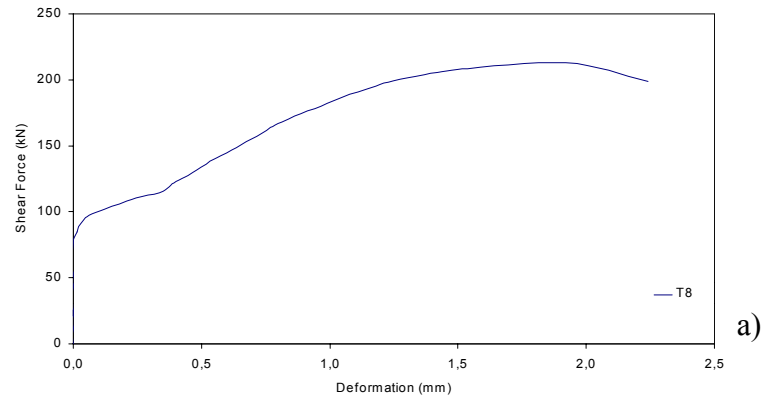
Summary of Test Observations: The failure shear force was 213 kN. The crack force was around 114.5 kN. A problem existed with the informatics system and reinforcements strains were not possible to measure.



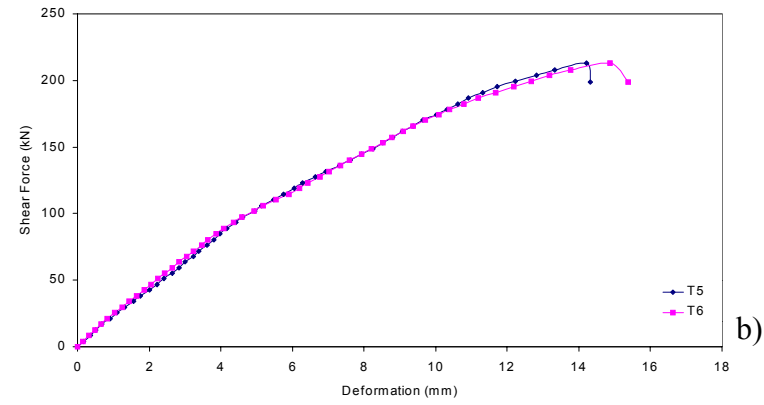
Specimen HC-2

Time	Load	Shear	Deformation								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	0,47	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
502	8,47	4,235	0,01	0,01	0,01	0,00	0,16	0,16	0,00	0,00	0,17
596	17,00	8,50	0,02	0,03	0,02	0,00	0,36	0,32	0,00	0,00	0,17
674	25,40	12,70	0,06	0,08	0,03	0,00	0,51	0,49	-0,01	0,00	0,17
748	34,00	17,00	0,08	0,13	0,04	0,01	0,67	0,66	0,00	0,00	0,17
818	42,50	21,25	0,10	0,17	0,06	0,00	0,91	0,83	0,00	0,00	0,18
888	51,00	25,50	0,10	0,20	0,08	0,00	1,10	1,04	-0,01	0,00	0,18
958	59,50	29,75	0,11	0,23	0,10	-0,01	1,32	1,24	-0,01	0,00	0,18
1024	68,00	34,00	0,10	0,26	0,12	-0,01	1,56	1,43	-0,01	0,00	0,18
1090	76,50	38,25	0,11	0,29	0,14	-0,01	1,76	1,66	-0,01	-0,01	0,19
1154	85,10	42,55	0,10	0,31	0,17	-0,01	2,02	1,86	-0,01	0,00	0,19
1216	93,50	46,75	0,10	0,34	0,19	-0,02	2,22	2,05	-0,01	0,00	0,20
1276	102,00	51,00	0,10	0,36	0,22	-0,02	2,41	2,25	-0,01	0,00	0,21
1336	110,00	55,00	0,10	0,39	0,25	-0,02	2,64	2,43	-0,01	0,00	0,23
1402	119,00	59,50	0,09	0,41	0,27	-0,02	2,83	2,65	-0,01	0,00	0,24
1458	127,00	63,50	0,09	0,43	0,30	-0,02	3,01	2,84	-0,01	0,00	0,25
1522	136,00	68,00	0,08	0,45	0,33	-0,03	3,24	3,04	-0,01	0,00	0,27
1578	144,00	72,00	0,08	0,46	0,35	-0,03	3,39	3,23	-0,01	0,00	0,28
1646	153,00	76,50	0,06	0,48	0,35	-0,05	3,62	3,46	-0,01	0,00	0,30
1704	161,00	80,50	0,05	0,49	0,36	-0,07	3,81	3,64	-0,01	0,00	0,31
1770	170,00	85,00	0,04	0,50	0,37	-0,08	3,98	3,88	-0,01	0,01	0,32
1830	178,00	89,00	0,02	0,50	0,37	-0,10	4,17	4,08	-0,01	0,02	0,34
1908	187,00	93,50	0,02	0,52	0,38	-0,12	4,43	4,36	-0,01	0,04	0,36
1972	195,00	97,50	0,00	0,52	0,39	-0,14	4,62	4,60	-0,01	0,06	0,38
2056	204,00	102,00	-0,01	0,54	0,39	-0,16	4,94	4,92	0,03	0,12	0,42
2124	212,00	106,00	-0,03	0,55	0,40	-0,18	5,14	5,19	0,07	0,18	0,45
2208	221,00	110,50	-0,04	0,57	0,40	-0,20	5,47	5,54	0,11	0,24	0,50
2292	229,00	114,50	-0,05	0,57	0,41	-0,22	5,75	5,91	0,14	0,33	0,51
2362	238,00	119,00	-0,06	0,58	0,43	-0,23	6,06	6,20	0,15	0,37	0,52
2426	246,00	123,00	-0,07	0,59	0,43	-0,25	6,28	6,44	0,16	0,40	0,53
2502	255,00	127,50	-0,09	0,59	0,43	-0,27	6,65	6,76	0,18	0,45	0,55
2570	263,00	131,50	-0,10	0,61	0,44	-0,29	6,93	7,02	0,19	0,48	0,57
2648	272,00	136,00	-0,12	0,61	0,44	-0,32	7,31	7,35	0,21	0,52	0,59
2714	280,00	140,00	-0,13	0,63	0,44	-0,33	7,61	7,60	0,22	0,55	0,60
2800	289,00	144,50	-0,15	0,63	0,45	-0,37	7,94	7,94	0,24	0,60	0,62
2872	297,00	148,50	-0,16	0,64	0,45	-0,38	8,26	8,21	0,26	0,64	0,62
2950	306,00	153,00	-0,18	0,65	0,45	-0,41	8,52	8,52	0,28	0,68	0,62
3024	314,00	157,00	-0,20	0,66	0,46	-0,43	8,81	8,78	0,30	0,71	0,62
3106	323,00	161,50	-0,21	0,68	0,46	-0,46	9,07	9,10	0,32	0,75	0,62
3184	331,00	165,50	-0,23	0,68	0,46	-0,49	9,37	9,38	0,34	0,79	0,62
3272	340,00	170,00	-0,24	0,70	0,47	-0,52	9,65	9,72	0,36	0,84	0,62
3356	348,00	174,00	-0,27	0,70	0,47	-0,55	10,02	10,08	0,38	0,89	0,64
3456	357,00	178,50	-0,29	0,72	0,48	-0,58	10,32	10,38	0,41	0,94	0,64
3542	365,00	182,50	-0,32	0,72	0,48	-0,61	10,62	10,78	0,43	0,99	0,64
3640	374,00	187,00	-0,34	0,74	0,48	-0,64	10,92	11,18	0,47	1,05	0,64
3736	382,00	191,00	-0,36	0,75	0,49	-0,68	11,32	11,68	0,50	1,11	0,64
3848	391,00	195,50	-0,40	0,75	0,49	-0,71	11,72	12,18	0,55	1,18	0,64
3946	399,00	199,50	-0,41	0,77	0,49	-0,74	12,22	12,68	0,58	1,25	0,64
4070	408,00	204,00	-0,44	0,77	0,50	-0,78	12,82	13,18	0,66	1,37	0,64
4188	416,00	208,00	-0,46	0,79	0,50	-0,82	13,32	13,78	0,73	1,50	0,65
4408	426,00	213,00	-0,49	0,80	0,50	-0,89	14,22	14,88	0,77	1,92	0,64
4444	397,00	198,50	-0,53	0,80	0,50	-0,91	14,32	15,38	0,46	2,24	0,64

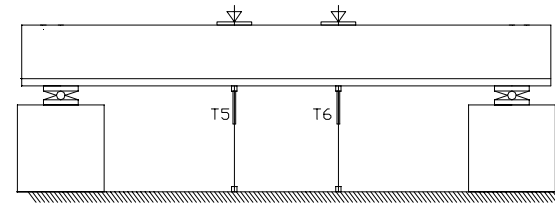
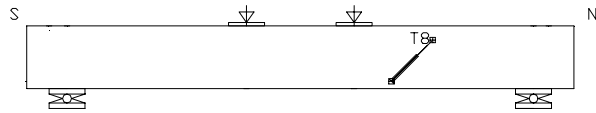
Specimen HC-2



a)

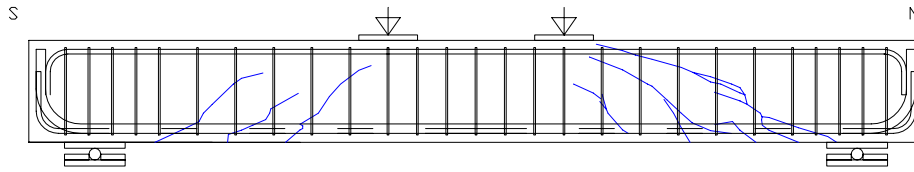


b)

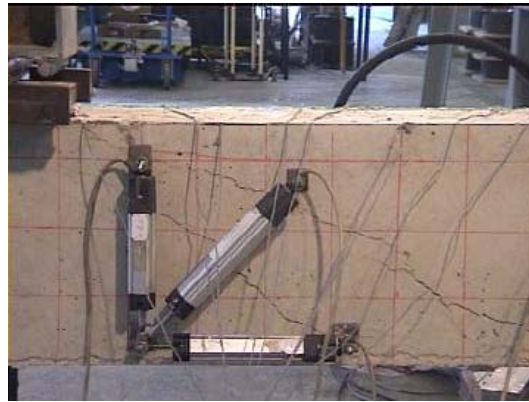


Graphs: a) Deformation of Diagonal transducer- Shear Force (kN). b) Displacement (mm)- Shear force (kN)

Specimen HC-2- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HC-3

Concrete Properties

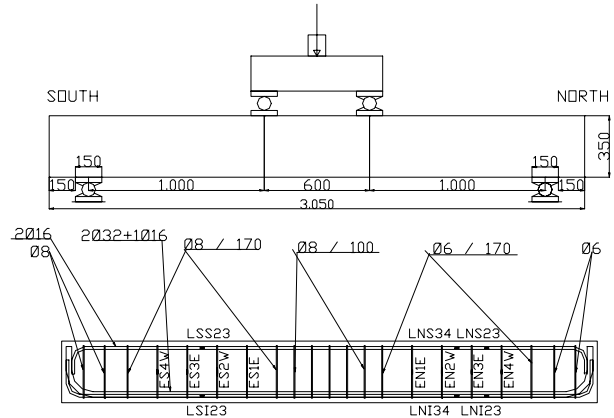
$f_c = 41.91 \text{ MPa}$ $f_s = 2.64 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$
 barras en una línea

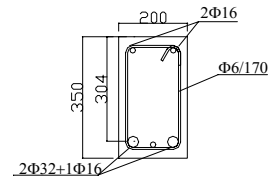
Transversal reinforcement

North side-Failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.903 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/170 \text{ mm}$



South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.640 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/170 \text{ mm}$



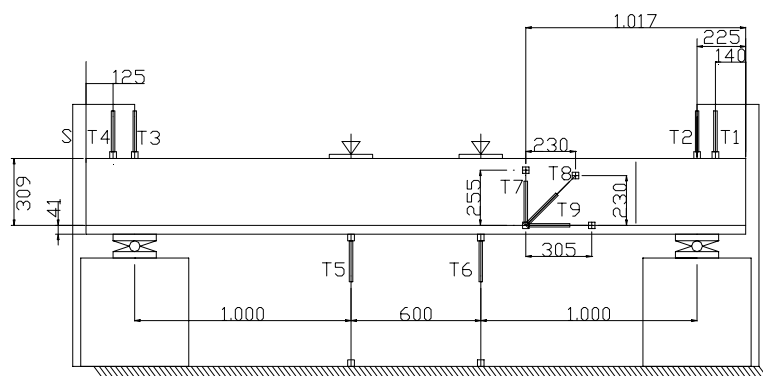
Cast: Nov 6, 2001

Tested: Dec 17, 2001

Test duration: 64 min

Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 177 kN. The crack force was around 101.5 kN, and the transversal reinforcement yielded at 159 kN.



Specimen HC-3

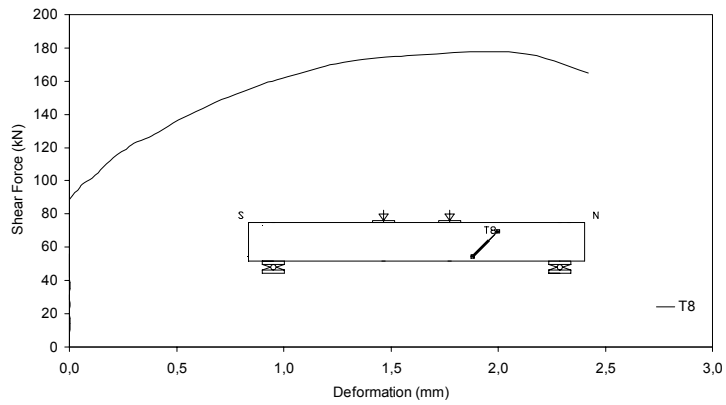
Time	Load	Shear	Deformation								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,018	10,40	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	14,00	7	0,02	0,01	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00
606	21,10	10,55	0,06	0,04	0,01	0,01	0,20	0,21	0,01	0,00	0,00
690	28,00	14,00	0,10	0,06	0,03	0,01	0,31	0,34	0,00	0,00	0,01
766	35,00	17,50	0,09	0,08	0,04	0,02	0,42	0,47	0,01	0,00	0,01
836	42,00	21,00	0,14	0,09	0,08	0,04	0,53	0,62	0,01	0,00	0,01
906	49,10	24,55	0,15	0,11	0,11	0,05	0,70	0,76	0,01	0,00	0,01
976	56,10	28,05	-0,12	0,13	0,14	0,06	0,85	0,91	0,01	0,00	0,01
1044	63,00	31,50	-0,12	0,15	0,17	0,07	0,99	1,06	0,01	0,00	0,01
1112	70,00	35,00	-0,12	0,17	0,21	0,08	1,14	1,23	0,01	0,00	0,02
1180	77,10	38,55	-0,12	0,19	0,23	0,08	1,34	1,39	0,00	0,00	0,02
1246	84,10	42,05	-0,08	0,26	0,26	0,09	1,51	1,55	0,00	0,00	0,02
1310	91,10	45,55	-0,08	0,27	0,28	0,09	1,67	1,72	0,00	0,00	0,02
1374	97,90	48,95	-0,08	0,29	0,31	0,10	1,88	1,89	0,00	0,00	0,02
1436	105,00	52,50	-0,07	0,31	0,34	0,10	2,06	2,05	0,00	0,00	0,02
1498	112,00	56,00	-0,06	0,34	0,36	0,10	2,22	2,22	0,00	0,00	0,02
1560	119,00	59,50	-0,06	0,35	0,38	0,11	2,45	2,40	-0,01	0,00	0,03
1626	126,00	63,00	-0,06	0,37	0,40	0,11	2,64	2,58	-0,01	0,00	0,02
1686	133,00	66,50	-0,06	0,39	0,42	0,11	2,81	2,74	-0,02	-0,01	0,03
1748	140,00	70,00	-0,06	0,41	0,44	0,11	3,05	2,93	-0,02	-0,01	0,02
1812	147,00	73,50	-0,06	0,42	0,46	0,11	3,23	3,12	-0,02	-0,01	0,02
1880	154,00	77,00	-0,06	0,44	0,48	0,11	3,44	3,31	-0,03	-0,01	0,03
1948	161,00	80,50	-0,06	0,45	0,50	0,11	3,68	3,54	-0,03	-0,01	0,03
2014	168,00	84,00	-0,06	0,47	0,52	0,11	3,85	3,74	-0,04	-0,01	0,03
2084	175,00	87,50	-0,06	0,49	0,54	0,11	4,07	3,97	-0,04	-0,01	0,03
2152	182,00	91,00	-0,06	0,51	0,56	0,11	4,27	4,21	-0,04	0,01	0,03
2218	189,00	94,50	-0,07	0,52	0,58	0,11	4,43	4,42	-0,04	0,04	0,03
2284	196,00	98,00	-0,07	0,54	0,60	0,10	4,64	4,66	-0,03	0,06	0,03
2356	203,00	101,50	-0,07	0,56	0,63	0,10	4,85	4,90	-0,02	0,11	0,04
2424	210,00	105,00	-0,07	0,57	0,65	0,10	5,01	5,15	-0,01	0,13	0,05
2488	217,00	108,50	-0,07	0,59	0,67	0,10	5,23	5,36	-0,01	0,16	0,05
2564	224,00	112,00	-0,08	0,61	0,69	0,10	5,45	5,61	-0,01	0,19	0,05
2634	231,00	115,50	-0,08	0,63	0,72	0,10	5,65	5,85	-0,01	0,22	0,06
2714	238,00	119,00	-0,09	0,65	0,75	0,10	5,95	6,10	0,00	0,27	0,08
2786	245,00	122,50	-0,10	0,66	0,77	0,10	6,15	6,34	0,02	0,30	0,09
2872	252,00	126,00	-0,11	0,68	0,80	0,09	6,49	6,61	0,09	0,37	0,11
2942	259,00	129,50	-0,12	0,70	0,83	0,09	6,70	6,84	0,14	0,42	0,13
3016	266,00	133,00	-0,13	0,71	0,85	0,09	7,01	7,06	0,18	0,46	0,15
3092	273,00	136,50	-0,15	0,71	0,88	0,09	7,25	7,28	0,22	0,51	0,17
3168	280,00	140,00	-0,16	0,72	0,91	0,09	7,57	7,51	0,25	0,56	0,19
3248	287,00	143,50	-0,17	0,74	0,93	0,09	7,83	7,74	0,28	0,62	0,21
3324	294,00	147,00	-0,19	0,74	0,95	0,08	8,14	7,98	0,31	0,68	0,22
3404	301,00	150,50	-0,20	0,75	0,97	0,08	8,38	8,23	0,33	0,74	0,24
3484	308,00	154,00	-0,21	0,77	0,99	0,07	8,68	8,48	0,36	0,82	0,27
3568	315,00	157,50	-0,23	0,77	0,99	0,06	8,93	8,77	0,39	0,89	0,29
3654	322,00	161,00	-0,25	0,78	1,01	0,05	9,23	9,08	0,42	0,97	0,31
3742	329,00	164,50	-0,26	0,80	1,02	0,04	9,48	9,41	0,44	1,07	0,34
3830	336,00	168,00	-0,28	0,80	1,03	0,02	9,77	9,75	0,46	1,17	0,38
3922	343,00	171,50	-0,29	0,81	1,04	0,01	10,04	10,10	0,49	1,28	0,41
4046	350,00	175,00	-0,31	0,82	1,06	-0,01	10,44	10,70	0,51	1,52	0,46
4228	354,00	177,00	-0,31	0,82	1,07	-0,05	11,04	11,60	0,17	2,08	0,53
4274	330,00	165,00	-0,32	0,83	1,07	-0,06	11,14	12,20	-1,03	2,42	0,56

Specimen HC-3

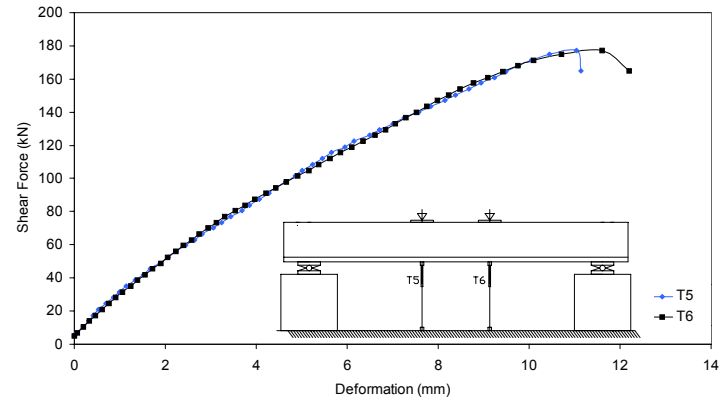
Time	Load	Shear	Longitudinal Reinforcement strains					
			ϵ_{LN15}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LS134}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	10,40	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	14,00	7,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
606	21,10	10,55	0,02	0,02	0,11	0,01	0,02	0,03
690	28,00	14,00	0,04	0,02	0,13	0,02	0,03	0,04
766	35,00	17,50	0,05	0,03	0,13	0,02	0,05	0,04
836	42,00	21,00	0,07	0,04	0,15	0,03	0,06	0,05
906	49,10	24,55	0,09	0,05	0,16	0,04	0,08	0,06
976	56,10	28,05	0,11	0,06	0,18	0,05	0,10	0,08
1044	63,00	31,50	0,14	0,07	0,20	0,06	0,12	0,09
1112	70,00	35,00	0,16	0,10	0,21	0,07	0,15	0,09
1180	77,10	38,55	0,19	0,12	0,22	0,09	0,18	0,10
1246	84,10	42,05	0,22	0,13	0,23	0,10	0,21	0,11
1310	91,10	45,55	0,25	0,15	0,25	0,11	0,24	0,12
1374	97,90	48,95	0,29	0,17	0,26	0,11	0,29	0,13
1436	105,00	52,50	0,32	0,19	0,27	0,12	0,33	0,13
1498	112,00	56,00	0,35	0,22	0,28	0,13	0,37	0,14
1560	119,00	59,50	0,37	0,23	0,30	0,15	0,40	0,15
1626	126,00	63,00	0,41	0,27	0,31	0,16	0,44	0,16
1686	133,00	66,50	0,43	0,29	0,33	0,16	0,48	0,17
1748	140,00	70,00	0,46	0,32	0,34	0,17	0,51	0,18
1812	147,00	73,50	0,49	0,38	0,36	0,18	0,55	0,19
1880	154,00	77,00	0,53	0,44	0,38	0,18	0,59	0,19
1948	161,00	80,50	0,58	0,53	0,39	0,18	0,63	0,20
2014	168,00	84,00	0,62	0,61	0,40	0,18	0,67	0,20
2084	175,00	87,50	0,68	0,68	0,39	0,18	0,70	0,20
2152	182,00	91,00	0,73	0,77	0,38	0,18	0,74	0,20
2218	189,00	94,50	0,76	0,82	0,39	0,18	0,77	0,21
2284	196,00	98,00	0,80	0,88	0,39	0,19	0,81	0,21
2356	203,00	101,50	0,86	0,96	0,38	0,19	0,85	0,09
2424	210,00	105,00	0,90	1,01	0,38	0,20	0,89	0,10
2488	217,00	108,50	0,93	1,06	0,38	0,20	0,93	0,11
2564	224,00	112,00	0,96	1,11	0,40	0,21	0,97	0,12
2634	231,00	115,50	1,00	1,16	0,40	0,21	1,01	0,12
2714	238,00	119,00	1,04	1,22	0,41	0,21	1,05	0,13
2786	245,00	122,50	1,07	1,26	0,42	0,22	1,09	0,13
2872	252,00	126,00	1,14	1,33	0,42	0,22	1,13	0,14
2942	259,00	129,50	1,19	1,38	0,43	0,22	1,18	0,14
3016	266,00	133,00	1,24	1,42	0,44	0,23	1,23	0,15
3092	273,00	136,50	1,29	1,46	0,45	0,24	1,28	0,16
3168	280,00	140,00	1,34	1,52	0,45	0,24	1,33	0,17
3248	287,00	143,50	1,38	1,58	0,47	0,25	1,38	0,17
3324	294,00	147,00	1,43	1,64	0,47	0,25	1,43	0,17
3404	301,00	150,50	1,47	1,70	0,48	0,25	1,49	0,17
3484	308,00	154,00	1,52	1,76	0,49	0,26	1,54	0,17
3568	315,00	157,50	1,57	1,82	0,50	0,26	1,59	0,17
3654	322,00	161,00	1,63	1,87	0,51	0,27	1,64	0,17
3742	329,00	164,50	1,70	1,93	0,51	0,27	1,69	0,16
3830	336,00	168,00	1,79	1,95	0,52	0,27	1,75	0,16
3922	343,00	171,50	1,88	1,97	0,53	0,28	1,80	0,15
4046	350,00	175,00	2,00	2,03	0,53	0,28	1,85	0,15
4228	354,00	177,00	2,13	2,15	0,54	0,28	1,89	0,14
4274	330,00	165,00	2,15	2,19	0,58	0,28	1,81	0,11

Specimen HC-3

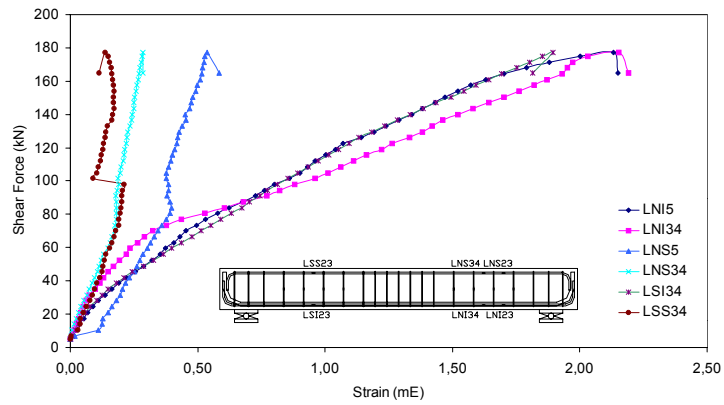
Time	Load	Shear	Transversal reinforcement strains							
			ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{EN4W}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}	ϵ_{ES4W}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	10,40	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	14,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
606	21,10	10,55	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
690	28,00	14,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
766	35,00	17,50	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
836	42,00	21,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
906	49,10	24,55	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
976	56,10	28,05	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01
1044	63,00	31,50	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,02	0,01
1112	70,00	35,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,01
1180	77,10	38,55	0,02	0,02	0,00	0,02	0,06	0,00	0,02	0,01
1246	84,10	42,05	0,02	0,04	0,00	0,03	0,09	-0,01	0,02	0,01
1310	91,10	45,55	0,02	0,05	0,00	0,03	0,12	-0,01	0,03	0,00
1374	97,90	48,95	0,03	0,06	0,01	0,04	0,15	-0,01	0,04	0,01
1436	105,00	52,50	0,03	0,08	0,01	0,05	0,18	0,01	0,05	0,01
1498	112,00	56,00	0,03	0,09	0,02	0,05	0,21	0,02	0,06	0,02
1560	119,00	59,50	0,01	0,10	0,01	0,05	0,26	0,03	0,06	0,01
1626	126,00	63,00	0,01	0,12	0,02	0,08	0,31	0,04	0,08	0,01
1686	133,00	66,50	0,01	0,13	0,02	0,08	0,34	0,09	0,10	0,01
1748	140,00	70,00	0,00	0,14	0,03	0,09	0,38	0,12	0,15	0,01
1812	147,00	73,50	0,00	0,16	0,05	0,10	0,42	0,15	0,22	0,00
1880	154,00	77,00	-0,01	0,17	0,09	0,10	0,46	0,20	0,37	0,00
1948	161,00	80,50	0,00	0,21	0,20	0,10	0,49	0,25	0,44	0,00
2014	168,00	84,00	0,01	0,21	0,31	0,10	0,52	0,29	0,54	0,00
2084	175,00	87,50	0,04	0,22	0,51	0,11	0,56	0,32	0,63	0,00
2152	182,00	91,00	0,06	0,23	0,76	0,12	0,59	0,35	0,72	0,01
2218	189,00	94,50	0,08	0,25	0,90	0,12	0,62	0,38	0,83	0,01
2284	196,00	98,00	0,10	0,28	1,06	0,12	0,66	0,41	0,92	0,01
2356	203,00	101,50	0,13	0,49	1,36	0,13	0,70	0,45	1,02	0,01
2424	210,00	105,00	0,14	0,65	1,55	0,14	0,75	0,49	1,10	0,02
2488	217,00	108,50	0,15	0,79	1,71	0,15	0,80	0,53	1,19	0,02
2564	224,00	112,00	0,16	0,93	1,90	0,16	0,86	0,56	1,33	0,08
2634	231,00	115,50	0,18	1,05	2,06	0,19	0,92	0,60	1,50	0,17
2714	238,00	119,00	0,22	1,16	2,21	0,23	0,98	0,65	1,66	0,26
2786	245,00	122,50	0,29	1,23	2,33	0,26	1,02	0,70	1,80	0,34
2872	252,00	126,00	0,63	1,28	2,46	0,29	1,06	0,77	1,93	0,42
2942	259,00	129,50	0,81	1,32	2,56	0,32	1,11	0,84	2,04	0,49
3016	266,00	133,00	0,96	1,37	2,69	0,34	1,15	0,91	2,14	0,56
3092	273,00	136,50	1,09	1,45	2,84	0,36	1,20	0,98	2,26	0,63
3168	280,00	140,00	1,22	1,56	3,06	0,39	1,25	1,05	2,39	0,70
3248	287,00	143,50	1,33	1,74	3,31	0,43	1,29	1,13	2,51	0,76
3324	294,00	147,00	1,43	1,94	3,46	0,47	1,34	1,21	2,61	0,81
3404	301,00	150,50	1,53	2,14	3,62	0,50	1,38	1,31	2,72	0,86
3484	308,00	154,00	1,64	2,34	3,84	0,53	1,41	1,40	2,86	0,91
3568	315,00	157,50	1,75	2,58	4,14	0,56	1,45	1,50	3,07	0,96
3654	322,00	161,00	1,85	2,84	4,46	0,60	1,48	1,61	3,35	1,01
3742	329,00	164,50	1,96	3,04	5,00	0,63	1,52	1,74	3,66	1,06
3830	336,00	168,00	2,09	3,14	5,57	0,67	1,55	1,85	3,97	1,10
3922	343,00	171,50	2,22	3,19	5,99	0,70	1,58	1,95	4,35	1,15
4046	350,00	175,00	2,41	3,31	6,72	0,76	1,62	2,06	4,90	1,20
4228	354,00	177,00	2,64	3,69	5,04	0,94	1,64	2,14	5,51	1,25
4274	330,00	165,00	2,24	3,82	7,49	1,03	1,60	2,10	5,52	1,24



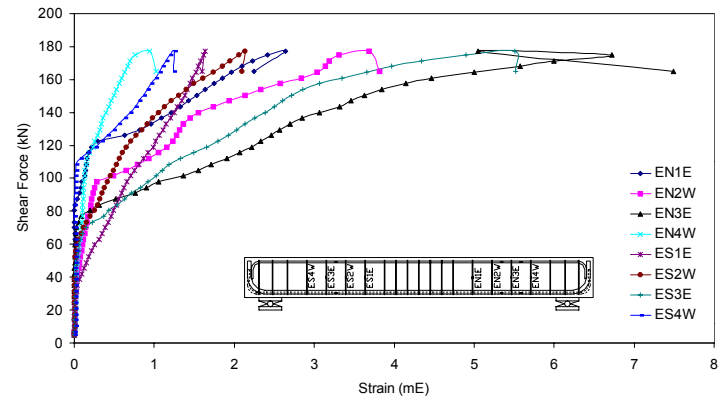
a)



b)



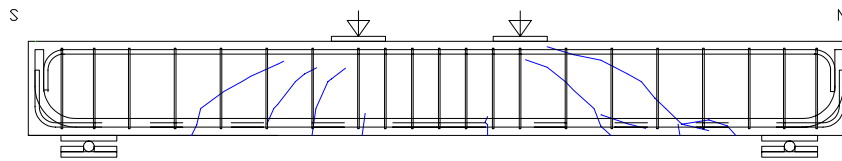
c)



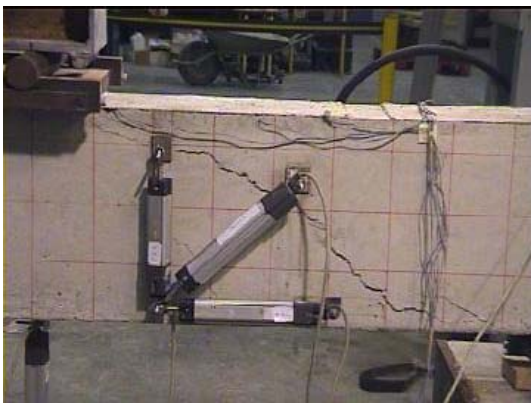
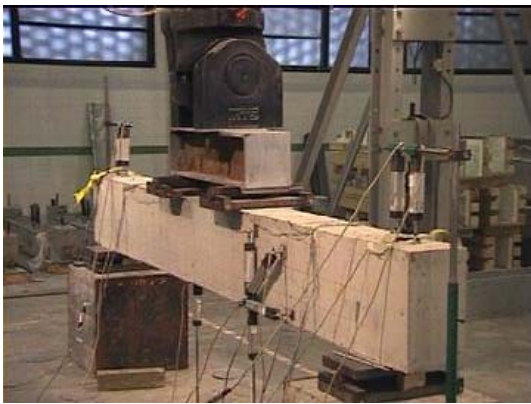
d)

Graphs: a) Deformation of diagonal transducer (mm)- Shear Force (kN), b) Displacement (mm)- Shear force (kN) c) Strain of longitudinal bars (mε)- Shear force (kN), d) Strain of stirrups (mε)-Shear force (kN)

Specimen HC-3-Cracking control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HC-4

Concrete Properties

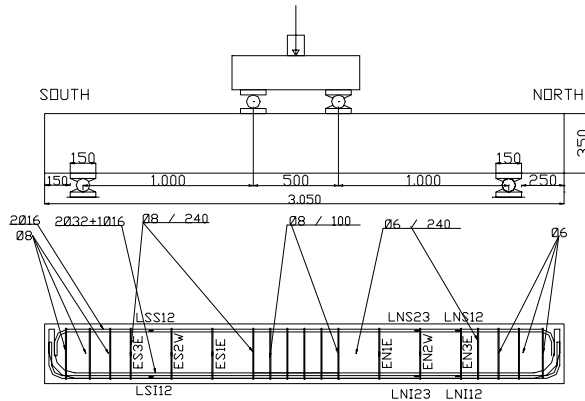
$f_c = 41.91 \text{ MPa}$ $f_s = 2.64 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$

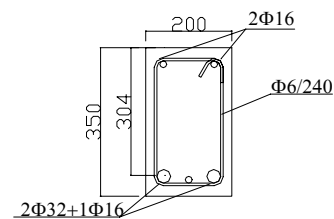
Transversal reinforcement

North side-failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.636 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/240 \text{ mm}$



South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.162 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/240 \text{ mm}$



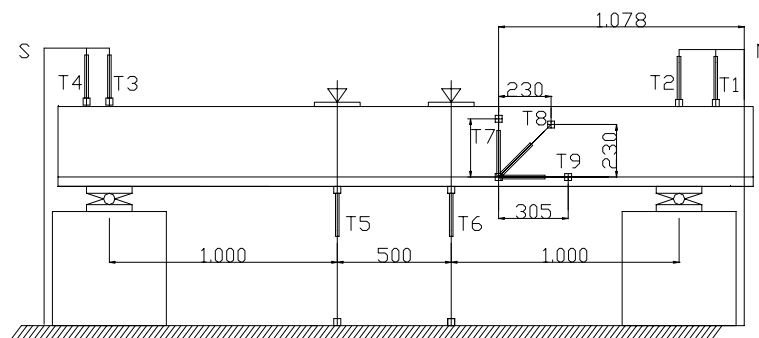
Cast: Nov 6, 2001

Tested: Dec 21, 2001

Test duration: 72 min

Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 187.5 kN. The crack force was around 112.5 kN. The stirrup EN2W was yielded at 153.5 kN. One stirrup ES2W is also yielded at 146 kN in the south side of the beam



Specimen HC-4

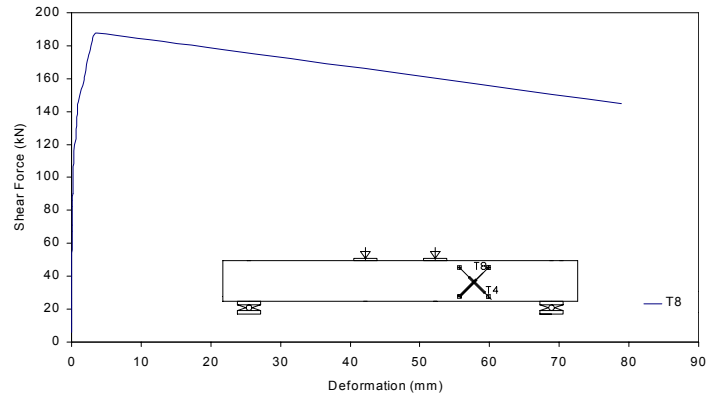
Time seg	Load kN	Shear kN	Deformation								
			T1 mm	T2 mm	T3 mm	T4 mm	T5 mm	T6 mm	T7 mm	T8 mm	T9 mm
0,018	11,70	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
350	15,00	7,5	0,02	0,00	0,03	0,01	0,08	0,08	0,00	0,00	-0,01
552	22,60	11,30	0,04	0,01	0,07	0,01	0,21	0,20	0,00	0,00	-0,01
624	30,00	15,00	0,06	0,01	0,13	0,09	0,33	0,33	0,00	0,00	-0,01
690	37,50	18,75	0,07	0,01	0,16	0,14	0,43	0,48	0,00	0,00	0,02
754	45,10	22,55	0,07	0,01	0,18	0,18	0,54	0,63	0,00	0,00	0,00
814	52,50	26,25	0,07	0,01	0,20	0,21	0,67	0,78	0,00	0,01	0,06
876	60,10	30,05	0,07	0,01	0,21	0,24	0,83	0,93	0,00	0,01	0,02
938	67,50	33,75	0,07	0,01	0,22	0,27	0,98	1,12	0,00	0,02	0,23
1000	75,10	37,55	0,06	0,01	0,22	0,29	1,12	1,29	0,01	0,02	0,16
1060	82,60	41,30	0,04	0,01	0,23	0,31	1,31	1,46	0,01	0,03	0,04
1120	90,10	45,05	0,03	0,01	0,23	0,33	1,48	1,65	0,01	0,04	0,07
1178	97,40	48,70	0,00	0,01	0,24	0,35	1,62	1,82	0,01	0,04	0,08
1236	105,00	52,50	-0,02	0,01	0,24	0,37	1,80	1,99	0,02	0,05	0,09
1290	112,00	56,00	-0,04	0,01	0,24	0,40	2,00	2,17	0,02	0,06	0,31
1354	120,00	60,00	-0,07	0,02	0,24	0,41	2,17	2,37	0,02	0,07	0,12
1406	127,00	63,50	-0,10	0,02	0,24	0,43	2,34	2,52	0,02	0,08	0,15
1466	135,00	67,50	-0,13	0,02	0,24	0,46	2,58	2,71	0,03	0,09	0,16
1516	142,00	71,00	-0,16	0,02	0,23	0,48	2,73	2,88	0,03	0,10	0,37
1578	150,00	75,00	-0,19	0,02	0,23	0,50	2,95	3,05	0,03	0,11	0,20
1634	157,00	78,50	-0,22	0,03	0,23	0,52	3,17	3,23	0,03	0,12	0,21
1696	165,00	82,50	-0,25	0,03	0,22	0,54	3,36	3,44	0,03	0,14	0,23
1750	172,00	86,00	-0,28	0,03	0,22	0,56	3,57	3,59	0,03	0,16	0,24
1818	180,00	90,00	-0,31	0,04	0,21	0,58	3,81	3,80	0,04	0,17	0,28
1876	187,00	93,50	-0,33	0,04	0,21	0,60	3,98	3,99	0,04	0,19	0,28
1948	195,00	97,50	-0,36	0,05	0,20	0,61	4,26	4,19	0,06	0,22	0,33
2012	202,00	101,00	-0,39	0,05	0,19	0,63	4,45	4,40	0,07	0,24	0,31
2086	210,00	105,00	-0,43	0,05	0,18	0,65	4,70	4,63	0,08	0,26	0,34
2150	217,00	108,50	-0,46	0,06	0,17	0,66	4,90	4,81	0,10	0,29	0,36
2228	225,00	112,50	-0,51	0,06	0,16	0,67	5,11	5,07	0,12	0,33	0,59
2304	232,00	116,00	-0,56	0,07	0,16	0,68	5,37	5,30	0,14	0,36	0,41
2388	240,00	120,00	-0,63	0,07	0,15	0,70	5,58	5,58	0,17	0,41	0,47
2512	247,00	123,50	-0,64	0,13	0,12	0,70	5,95	6,04	0,24	0,64	0,47
2588	255,00	127,50	-0,69	0,13	0,11	0,72	6,14	6,30	0,26	0,70	0,56
2652	262,00	131,00	-0,73	0,13	0,11	0,73	6,33	6,51	0,27	0,73	0,56
2734	270,00	135,00	-0,77	0,14	0,10	0,74	6,59	6,79	0,29	0,78	0,53
2802	277,00	138,50	-0,81	0,14	0,09	0,75	6,76	7,02	0,30	0,83	0,60
2888	285,00	142,50	-0,83	0,16	0,08	0,76	7,06	7,33	0,33	0,90	0,57
2966	292,00	146,00	-0,86	0,16	0,06	0,77	7,28	7,59	0,35	1,00	0,60
3058	300,00	150,00	-0,89	0,17	0,05	0,78	7,64	7,94	0,36	1,14	0,61
3180	307,00	153,50	-0,91	0,17	0,03	0,79	8,08	8,43	0,34	1,45	0,63
3298	315,00	157,50	-0,93	0,17	0,01	0,80	8,54	8,89	0,34	1,71	0,66
3396	322,00	161,00	-0,96	0,17	-0,01	0,80	8,97	9,25	0,34	1,87	0,68
3508	330,00	165,00	-0,98	0,20	-0,02	0,81	9,47	9,67	0,34	2,04	0,72
3602	337,00	168,50	-1,01	0,20	-0,04	0,82	9,84	9,97	0,35	2,19	0,76
3716	345,00	172,50	-1,06	0,21	-0,05	0,83	10,24	10,37	0,36	2,38	0,82
3820	352,00	176,00	-1,10	0,21	-0,07	0,83	10,54	10,77	0,39	2,56	0,87
3952	360,00	180,00	-1,16	0,21	-0,09	0,84	11,04	11,17	0,43	2,81	0,92
4068	367,00	183,50	-1,22	0,21	-0,10	0,85	11,34	11,57	0,47	3,05	1,21
4316	375,00	187,50	-1,30	0,21	-0,14	0,86	12,24	12,57	0,53	3,69	1,18
4350	290,00	145,00	-1,14	0,36	-0,18	0,86	12,44	13,67	2,29	78,96	-55,22

Specimen HC-4

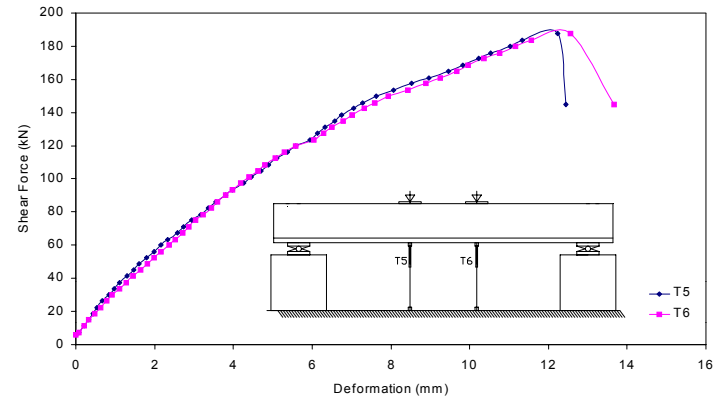
Time	Load	Shear	Longitudinal reinforcement strains					
			ϵ_{LNI5}	ϵ_{LNI34}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LSI34}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	11,70	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
350	15,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
552	22,60	11,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
624	30,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
690	37,50	18,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
754	45,10	22,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
814	52,50	26,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
876	60,10	30,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
938	67,50	33,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1000	75,10	37,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1060	82,60	41,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1120	90,10	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1178	97,40	48,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1236	105,00	52,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1290	112,00	56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1354	120,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1406	127,00	63,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1466	135,00	67,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1516	142,00	71,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1578	150,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1634	157,00	78,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1696	165,00	82,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1750	172,00	86,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1818	180,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1876	187,00	93,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1948	195,00	97,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	202,00	101,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2086	210,00	105,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2150	217,00	108,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2228	225,00	112,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2304	232,00	116,00	1,09	0,85	0,05	-0,43	1,45	0,26
2388	240,00	120,00	1,16	0,93	0,05	-0,43	1,54	0,26
2512	247,00	123,50	1,30	0,99	0,01	-0,41	1,60	0,25
2588	255,00	127,50	1,34	1,03	0,01	-0,41	1,67	0,25
2652	262,00	131,00	1,36	1,06	0,02	-0,41	1,71	0,25
2734	270,00	135,00	1,40	1,12	0,02	-0,42	1,76	0,25
2802	277,00	138,50	1,43	1,17	0,02	-0,42	1,80	0,24
2888	285,00	142,50	1,46	1,24	0,03	-0,42	1,84	0,24
2966	292,00	146,00	1,50	1,30	0,03	-0,42	1,87	0,24
3058	300,00	150,00	1,55	1,36	0,03	-0,40	1,90	0,23
3180	307,00	153,50	1,62	1,42	0,03	-0,19	1,93	0,23
3298	315,00	157,50	1,68	1,47	0,03	-0,01	1,98	0,23
3396	322,00	161,00	1,73	1,51	0,03	0,10	2,04	0,23
3508	330,00	165,00	1,78	1,56	0,04	0,19	2,10	0,22
3602	337,00	168,50	1,83	1,61	0,04	0,28	2,14	0,22
3716	345,00	172,50	1,88	1,67	0,04	0,39	2,19	0,22
3820	352,00	176,00	1,92	1,72	0,04	0,50	2,23	0,22
3952	360,00	180,00	1,97	1,77	0,07	0,61	2,27	0,19
4068	367,00	183,50	2,01	1,82	0,08	0,78	2,32	0,19
4316	375,00	187,50	2,13	1,93	0,09	1,30	2,41	0,18
4350	290,00	145,00	2,41	1,82	0,22	1,71	2,12	0,23

Specimen HC-4

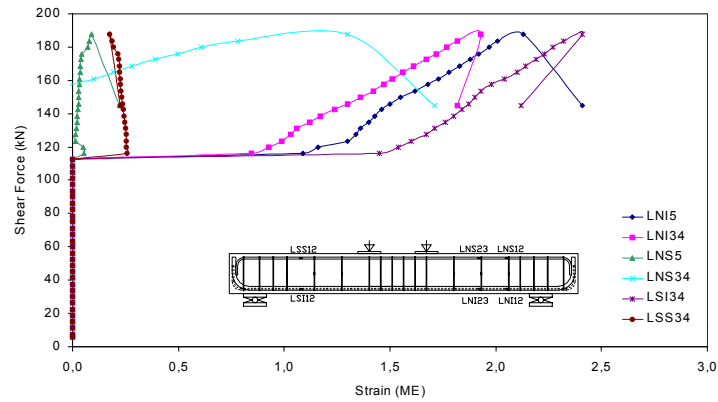
Time	Load	Shear	Transversal reinforcement strains					
			ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	11,70	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
350	15,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
552	22,60	11,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
624	30,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
690	37,50	18,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
754	45,10	22,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
814	52,50	26,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
876	60,10	30,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
938	67,50	33,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1000	75,10	37,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1060	82,60	41,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1120	90,10	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1178	97,40	48,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1236	105,00	52,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1290	112,00	56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1354	120,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1406	127,00	63,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1466	135,00	67,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1516	142,00	71,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1578	150,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1634	157,00	78,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1696	165,00	82,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1750	172,00	86,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1818	180,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1876	187,00	93,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1948	195,00	97,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	202,00	101,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2086	210,00	105,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2150	217,00	108,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2228	225,00	112,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2304	232,00	116,00	0,85	-0,25	0,01	502,00	1,34	0,32
2388	240,00	120,00	1,04	-0,17	0,15	502,00	1,66	0,38
2512	247,00	123,50	1,11	0,63	1,24	502,00	1,88	0,45
2588	255,00	127,50	1,15	0,84	1,36	502,00	2,05	0,51
2652	262,00	131,00	1,19	0,97	1,44	502,00	2,18	0,54
2734	270,00	135,00	1,25	1,12	1,52	502,00	2,34	0,60
2802	277,00	138,50	1,32	1,24	1,57	502,00	2,47	0,63
2888	285,00	142,50	1,41	1,44	1,62	502,00	2,60	0,67
2966	292,00	146,00	1,50	1,71	1,66	502,00	2,72	0,70
3058	300,00	150,00	1,55	2,15	1,73	502,00	2,92	0,73
3180	307,00	153,50	1,57	2,61	1,83	502,00	3,30	0,77
3298	315,00	157,50	1,59	2,91	1,90	502,00	4,04	0,82
3396	322,00	161,00	1,63	3,13	1,94	502,00	4,96	0,88
3508	330,00	165,00	1,68	3,47	1,98	502,00	6,55	0,96
3602	337,00	168,50	1,74	3,83	2,01	502,00	8,61	1,02
3716	345,00	172,50	1,81	4,63	2,04	502,00	12,90	1,10
3820	352,00	176,00	1,89	5,37	2,08	502,00	17,40	1,17
3952	360,00	180,00	2,00	6,24	2,08	502,00	22,60	1,25
4068	367,00	183,50	2,11	7,20	2,11	502,00	24,90	1,33
4316	375,00	187,50	2,31	9,83	2,19	502,00	27,90	1,50
4350	290,00	145,00	3,19	7,49	2,21	502,00	27,20	1,48



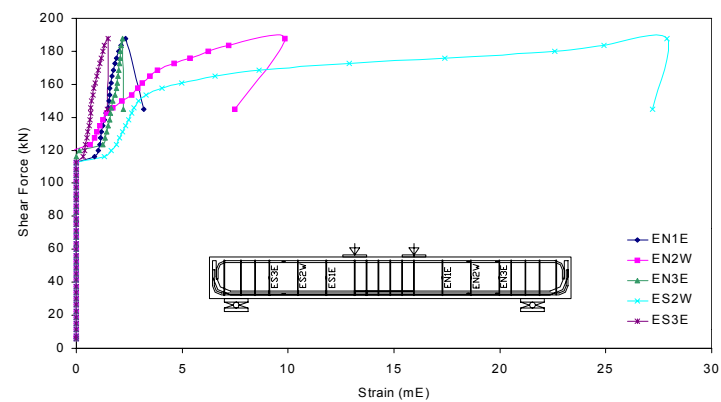
a)



b)



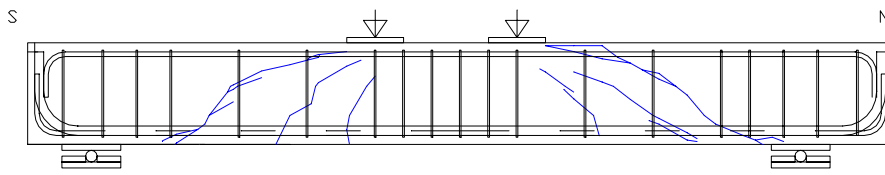
c)



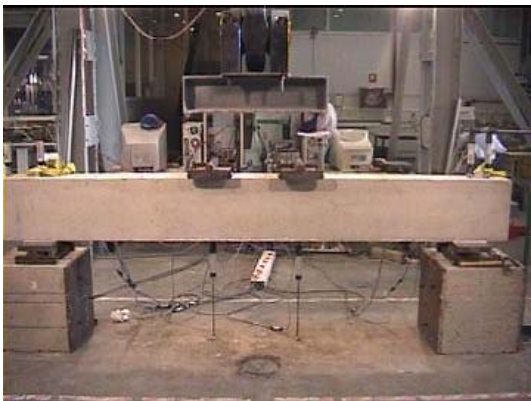
c)

Graphs: a) Deformation of diagonal transducer (mm)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), d) Strain of stirrups (mε)-Shear force (kN)

Specimen HC-4- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR25-1

Propiedades del hormigón

$f_c = 42.38 \text{ MPa}$ $f_s = 3.13 \text{ MPa}$

Armadura Longitudinal

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$

Armadura Transversal

North side (Failure side) there is not any.

South side

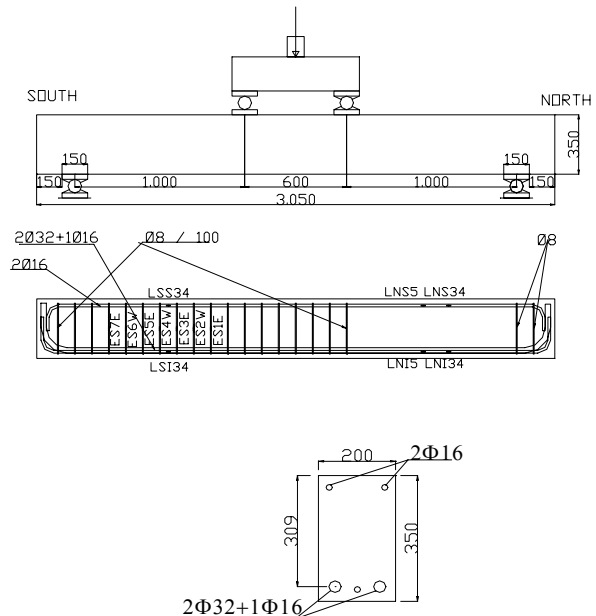
B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 2.791 \text{ MPa}$ $\text{Ø}8/100$

Cast: December 13, 2001

Tested: January 8, 2001

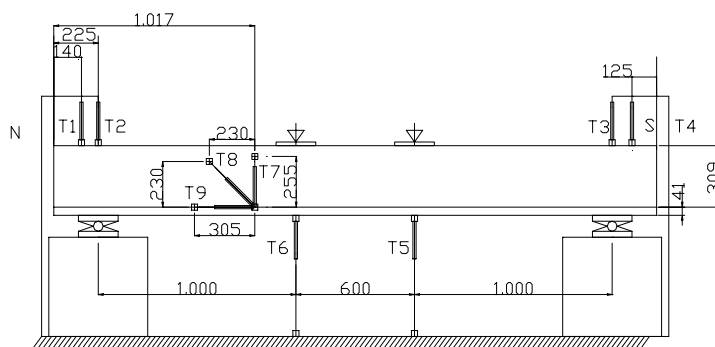
Test duration: 55 min

Test Control: 0.15 mm/min



Summary of Test Observations: This beam had no transversal reinforcement in the north side. Brittle failure happened as was expected.

This beam collapsed from the north side at 174 kN load, at 87 kN of Shear force. Not one longitudinal reinforcement yielded, neither transversal reinforcement.



Specimen HR25-1

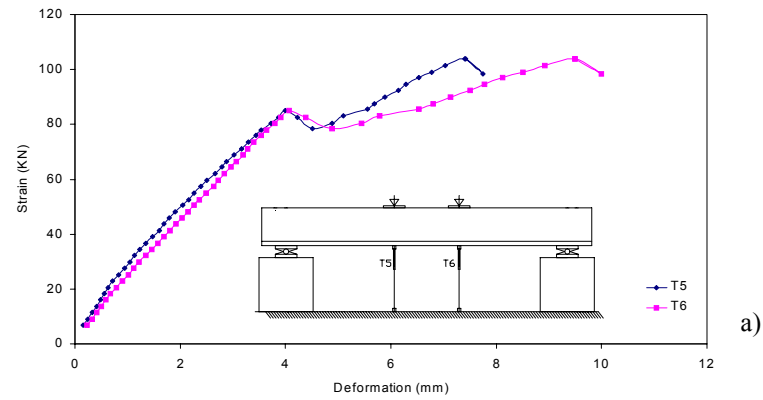
Time	Load	Shear	Deformation								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,105	13,60	6,8	0,06	0,00	0,00	0,00	0,15	0,23	-0,03	0,02	0,00
726	18,20	9,10	0,07	-0,01	0,01	0,00	0,24	0,33	-0,03	0,01	0,00
852	22,80	11,40	0,08	-0,01	0,02	0,01	0,33	0,41	-0,03	0,01	0,00
950	27,40	13,70	0,10	-0,01	0,03	0,02	0,41	0,50	-0,04	0,01	0,00
1042	32,00	16,00	0,11	-0,01	0,04	0,02	0,48	0,58	-0,04	0,01	0,01
1130	36,60	18,30	0,12	-0,01	0,06	0,03	0,55	0,68	-0,04	0,01	0,01
1218	41,20	20,60	0,13	-0,01	0,07	0,03	0,63	0,79	-0,04	0,01	0,01
1302	45,80	22,90	0,13	-0,01	0,08	0,03	0,72	0,90	-0,04	0,01	0,01
1382	50,50	25,25	0,14	-0,01	0,08	0,04	0,83	1,01	-0,04	0,01	0,01
1460	55,00	27,50	0,14	-0,01	0,09	0,04	0,94	1,11	-0,04	0,01	0,02
1542	59,60	29,80	0,14	-0,01	0,10	0,04	1,05	1,22	-0,04	-0,01	0,02
1620	64,30	32,15	0,14	-0,01	0,11	0,04	1,13	1,34	-0,04	0,01	0,02
1694	68,80	34,40	0,14	-0,01	0,12	0,04	1,23	1,46	-0,04	0,01	0,02
1770	73,40	36,70	0,14	-0,01	0,13	0,04	1,34	1,58	-0,04	0,01	0,03
1846	78,00	39,00	0,14	-0,01	0,14	0,04	1,48	1,69	-0,04	0,01	0,03
1918	82,70	41,35	0,14	-0,01	0,15	0,03	1,60	1,80	-0,04	0,01	0,03
1990	87,20	43,60	0,13	0,00	0,16	0,03	1,69	1,92	-0,04	0,01	0,04
2060	91,80	45,90	0,13	0,00	0,17	0,03	1,79	2,04	-0,04	0,01	0,05
2126	96,40	48,20	0,12	0,00	0,18	0,03	1,91	2,15	-0,04	0,01	0,05
2194	101,00	50,50	0,12	0,00	0,19	0,03	2,05	2,26	-0,04	0,01	0,06
2258	105,00	52,50	0,11	0,01	0,20	0,03	2,16	2,36	-0,04	0,01	0,06
2328	110,00	55,00	0,10	0,01	0,21	0,03	2,26	2,49	-0,04	0,01	0,07
2406	115,00	57,50	0,10	0,02	0,22	0,03	2,39	2,63	-0,04	0,01	0,08
2462	119,00	59,50	0,09	0,02	0,23	0,03	2,51	2,72	-0,04	0,01	0,08
2532	124,00	62,00	0,09	0,03	0,25	0,03	2,67	2,84	-0,04	0,01	0,09
2606	129,00	64,50	0,08	0,03	0,26	0,03	2,79	2,96	-0,04	0,01	0,10
2662	133,00	66,50	0,07	0,03	0,27	0,03	2,88	3,06	-0,04	0,01	0,11
2736	138,00	69,00	0,06	0,04	0,28	0,03	3,02	3,19	-0,04	0,00	0,11
2790	142,00	71,00	0,05	0,04	0,29	0,03	3,16	3,28	-0,04	0,00	0,12
2862	147,00	73,50	0,05	0,05	0,31	0,03	3,30	3,40	-0,03	0,01	0,13
2938	152,00	76,00	0,05	0,07	0,32	0,02	3,43	3,53	-0,03	0,01	0,14
2996	156,00	78,00	0,05	0,08	0,33	0,02	3,53	3,64	-0,03	0,01	0,14
3080	161,00	80,50	0,05	0,10	0,35	0,02	3,73	3,79	-0,03	0,01	0,16
3146	165,00	82,50	0,04	0,11	0,35	0,01	3,86	3,91	-0,03	0,02	0,17
3234	170,00	85,00	0,04	0,12	0,36	0,00	4,00	4,06	-0,03	0,02	0,19
3326	165,00	82,50	0,05	0,12	0,36	-0,02	4,22	4,38	0,23	0,31	0,19
3448	157,00	78,50	0,08	0,12	0,35	-0,05	4,51	4,88	1,03	0,93	0,18
3630	161,00	80,50	0,10	0,12	0,35	-0,08	4,89	5,44	1,78	1,48	0,18
3748	166,00	83,00	0,05	0,34	0,30	-0,14	5,10	5,78	52,70	-28,60	99,40
3950	171,00	85,50	0,08	0,34	0,32	-0,17	5,55	6,53	52,60	-28,60	99,50
4040	175,00	87,50	0,09	0,34	0,33	-0,19	5,69	6,80	52,60	-28,60	99,40
4150	180,00	90,00	0,10	0,34	0,33	-0,21	5,89	7,13	52,60	-28,60	99,40
4278	185,00	92,50	0,11	0,34	0,34	-0,23	6,14	7,51	52,60	-28,60	99,40
4370	189,00	94,50	0,11	0,34	0,34	-0,25	6,29	7,78	52,60	-28,60	99,40
4488	194,00	97,00	0,43	0,34	0,34	-0,27	6,53	8,12	52,60	-28,60	99,40
4614	198,00	99,00	0,13	0,34	0,35	-0,30	6,77	8,50	52,60	-28,60	99,40
4754	203,00	101,50	0,13	0,34	0,36	-0,32	7,03	8,92	52,60	-28,60	99,40
4944	208,00	104,00	0,15	0,34	0,36	-0,36	7,41	9,49	52,60	-28,60	99,40
5072	197,00	98,50	0,19	0,34	0,36	-0,40	7,74	9,99	52,60	-28,60	99,40
4946	208,00	104,00	0,15	0,34	0,36	-0,36	7,42	9,49	52,60	-28,60	99,90
5056	200,00	100,00	0,19	0,34	0,36	-0,39	7,69	9,90	52,60	-28,60	99,40

Specimen HR25-1

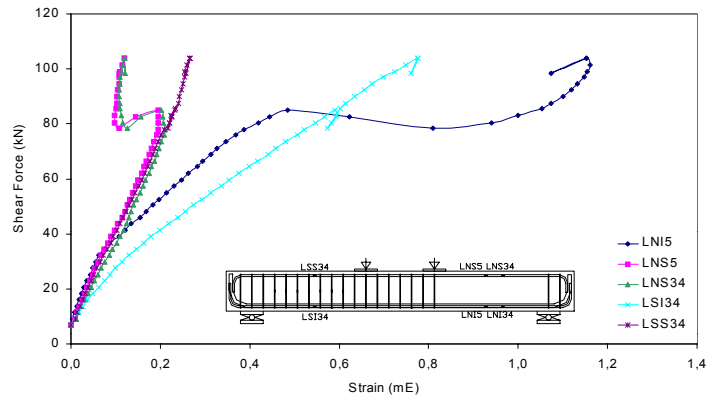
Time	Load	Shear	Longitudinal reinforcement					
			ϵ_{LN15}	ϵ_{LN34}	ϵ_{LN55}	ϵ_{LN34}	ϵ_{LS134}	ϵ_{LS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	13,60	6,80	0,00	499,00	0,00	0,00	0,00	0,00
726	18,20	9,10	0,00	499,00	0,01	0,01	0,01	0,01
852	22,80	11,40	0,01	500,00	0,01	0,02	0,02	0,01
950	27,40	13,70	0,01	500,00	0,02	0,02	0,03	0,02
1042	32,00	16,00	0,02	500,00	0,03	0,03	0,04	0,03
1130	36,60	18,30	0,02	500,00	0,03	0,04	0,05	0,03
1218	41,20	20,60	0,03	500,00	0,04	0,05	0,06	0,04
1302	45,80	22,90	0,04	500,00	0,04	0,05	0,08	0,05
1382	50,50	25,25	0,04	500,00	0,05	0,06	0,09	0,05
1460	55,00	27,50	0,05	500,00	0,05	0,07	0,10	0,06
1542	59,60	29,80	0,06	500,00	0,06	0,08	0,11	0,06
1620	64,30	32,15	0,06	500,00	0,07	0,09	0,13	0,07
1694	68,80	34,40	0,07	500,00	0,07	0,09	0,15	0,08
1770	73,40	36,70	0,09	500,00	0,08	0,10	0,16	0,09
1846	78,00	39,00	0,11	499,00	0,09	0,11	0,18	0,10
1918	82,70	41,35	0,12	500,00	0,10	0,12	0,20	0,10
1990	87,20	43,60	0,14	500,00	0,10	0,12	0,22	0,11
2060	91,80	45,90	0,16	500,00	0,11	0,13	0,24	0,12
2126	96,40	48,20	0,17	500,00	0,12	0,13	0,26	0,12
2194	101,00	50,50	0,18	500,00	0,13	0,14	0,27	0,13
2258	105,00	52,50	0,20	500,00	0,13	0,15	0,29	0,14
2328	110,00	55,00	0,21	500,00	0,14	0,15	0,31	0,14
2406	115,00	57,50	0,23	500,00	0,15	0,16	0,34	0,15
2462	119,00	59,50	0,25	500,00	0,15	0,17	0,35	0,16
2532	124,00	62,00	0,26	500,00	0,16	0,18	0,37	0,17
2606	129,00	64,50	0,28	500,00	0,16	0,18	0,40	0,17
2662	133,00	66,50	0,30	500,00	0,17	0,19	0,42	0,18
2736	138,00	69,00	0,31	500,00	0,18	0,19	0,44	0,18
2790	142,00	71,00	0,33	500,00	0,18	0,20	0,46	0,19
2862	147,00	73,50	0,35	500,00	0,19	0,20	0,48	0,20
2938	152,00	76,00	0,37	500,00	0,19	0,21	0,51	0,20
2996	156,00	78,00	0,39	500,00	0,20	0,21	0,52	0,21
3080	161,00	80,50	0,42	500,00	0,20	0,21	0,55	0,22
3146	165,00	82,50	0,44	500,00	0,20	0,21	0,57	0,23
3234	170,00	85,00	0,49	500,00	0,20	0,20	0,59	0,23
3326	165,00	82,50	0,62	500,00	0,15	0,16	0,59	0,23
3448	157,00	78,50	0,81	500,00	0,11	0,13	0,57	0,22
3630	161,00	80,50	0,94	500,00	0,10	0,12	0,58	0,22
3748	166,00	83,00	1,00	500,00	0,10	0,11	0,59	0,22
3950	171,00	85,50	1,05	500,00	0,10	0,11	0,60	0,23
4040	175,00	87,50	1,07	500,00	0,10	0,11	0,61	0,24
4150	180,00	90,00	1,10	500,00	0,10	0,11	0,63	0,24
4278	185,00	92,50	1,12	500,00	0,10	0,11	0,66	0,25
4370	189,00	94,50	1,13	500,00	0,11	0,11	0,67	0,25
4488	194,00	97,00	1,15	500,00	0,11	0,11	0,70	0,25
4614	198,00	99,00	1,16	500,00	0,11	0,11	0,72	0,25
4754	203,00	101,50	1,16	500,00	0,11	0,12	0,75	0,26
4944	208,00	104,00	1,15	500,00	0,12	0,12	0,78	0,27
5072	197,00	98,50	1,07	500,00	0,11	0,12	0,76	0,26
4946	208,00	104,00	1,15	500,00	0,12	0,12	0,78	0,27
5056	200,00	100,00	1,09	500,00	0,11	0,12	0,77	0,26

Specimen HR25-1

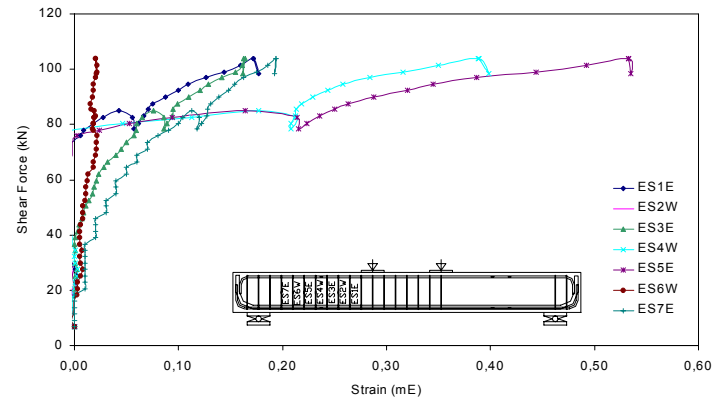
Time	Load	Shear	Transversal Reinforcement Strain						
			ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}	ϵ_{ES4W}	ϵ_{ES5E}	ϵ_{ES6W}	ϵ_{ES7E}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	13,60	6,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
726	18,20	9,10	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
852	22,80	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
950	27,40	13,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1042	32,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00
1130	36,60	18,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1218	41,20	20,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1302	45,80	22,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1382	50,50	25,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
1460	55,00	27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
1542	59,60	29,80	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
1620	64,30	32,15	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,01
1694	68,80	34,40	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,01
1770	73,40	36,70	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,01
1846	78,00	39,00	-0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,02
1918	82,70	41,35	-0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,02
1990	87,20	43,60	-0,02	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,02
2060	91,80	45,90	-0,02	-0,02	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,02
2126	96,40	48,20	-0,02	-0,02	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,03
2194	101,00	50,50	-0,03	-0,02	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,03
2258	105,00	52,50	-0,03	-0,02	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,03
2328	110,00	55,00	-0,02	-0,02	0,02	0,00	-0,01	0,01	0,04
2406	115,00	57,50	-0,02	-0,02	0,02	0,00	-0,01	0,01	0,04
2462	119,00	59,50	-0,02	-0,02	0,02	0,00	-0,01	0,01	0,04
2532	124,00	62,00	-0,02	-0,02	0,02	-0,01	-0,01	0,01	0,05
2606	129,00	64,50	-0,02	-0,02	0,03	0,00	-0,01	0,02	0,05
2662	133,00	66,50	-0,02	-0,02	0,03	0,00	-0,01	0,02	0,06
2736	138,00	69,00	-0,01	-0,02	0,04	0,00	0,00	0,02	0,06
2790	142,00	71,00	-0,01	-0,02	0,05	0,00	0,00	0,02	0,07
2862	147,00	73,50	0,00	-0,02	0,05	0,00	0,00	0,02	0,07
2938	152,00	76,00	0,01	-0,02	0,06	0,00	0,00	0,02	0,08
2996	156,00	78,00	0,01	-0,02	0,06	0,00	0,02	0,02	0,09
3080	161,00	80,50	0,02	-0,01	0,06	0,05	0,05	0,02	0,10
3146	165,00	82,50	0,03	-0,01	0,07	0,11	0,09	0,02	0,10
3234	170,00	85,00	0,04	-0,01	0,08	0,18	0,16	0,02	0,11
3326	165,00	82,50	0,06	-0,01	0,09	0,21	0,21	0,02	0,12
3448	157,00	78,50	0,06	-0,01	0,09	0,21	0,22	0,02	0,12
3630	161,00	80,50	0,06	-0,01	0,09	0,21	0,22	0,02	0,12
3748	166,00	83,00	0,07	0,00	0,09	0,21	0,24	0,02	0,13
3950	171,00	85,50	0,07	-0,01	0,10	0,21	0,25	0,02	0,13
4040	175,00	87,50	0,08	-0,01	0,10	0,22	0,26	0,02	0,13
4150	180,00	90,00	0,09	-0,01	0,11	0,23	0,29	0,02	0,14
4278	185,00	92,50	0,10	-0,01	0,12	0,24	0,32	0,02	0,15
4370	189,00	94,50	0,11	-0,01	0,13	0,26	0,35	0,02	0,15
4488	194,00	97,00	0,13	-0,01	0,14	0,28	0,39	0,02	0,16
4614	198,00	99,00	0,14	-0,01	0,16	0,32	0,44	0,02	0,18
4754	203,00	101,50	0,16	-0,01	0,16	0,35	0,49	0,02	0,19
4944	208,00	104,00	0,17	-0,01	0,16	0,39	0,53	0,02	0,19
5072	197,00	98,50	0,18	-0,01	0,16	0,40	0,54	0,02	0,19
4946	208,00	104,00	0,17	-0,01	0,16	0,39	0,53	0,02	0,19
5056	200,00	100,00	0,18	-0,01	0,16	0,40	0,54	0,02	0,19



a)



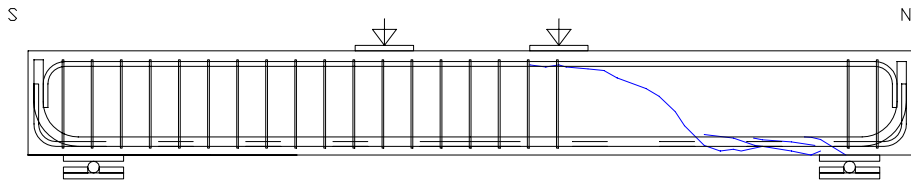
b)



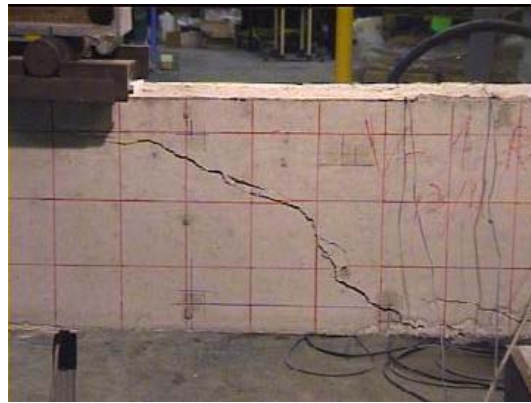
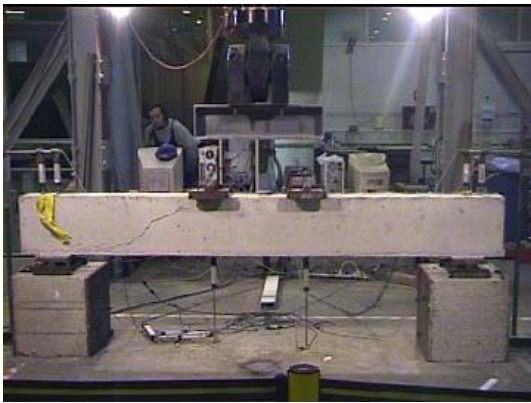
c)

Graphs: a) Displacement (mm)-Shear force, b) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), c) Strain of stirrups (mε)-Shear force 8kN

Specimen HR25-1- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR25-2

Concrete Properties

$f_c = 42.38 \text{ MPa}$ $f_s = 3.13 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$
 barras en una línea

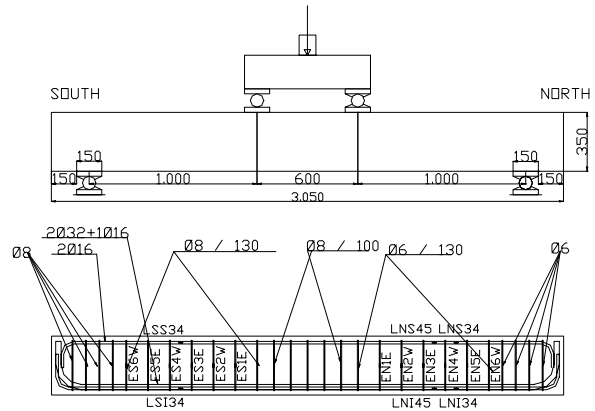
Transversal reinforcement

North side- Failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.180 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/130 \text{ mm}$

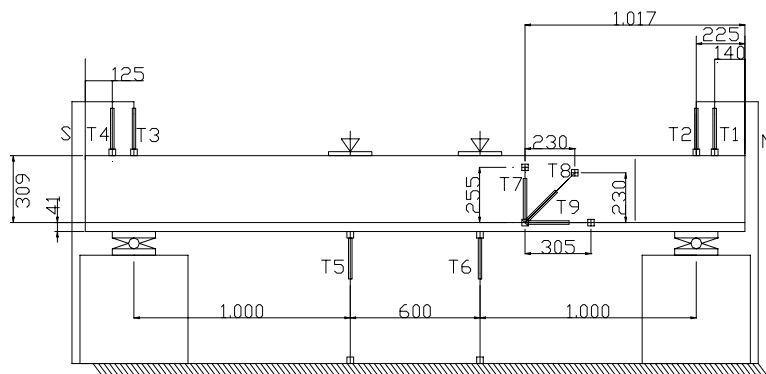
South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 2.146 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/130 \text{ mm}$

Cast: Nov 13, 2001
 Tested: Jan 10, 2002
 Test duration: 55 min
 Test control: 0.30 mm/min



Summary of Test Observations: The failure shear force was 186.5 kN. The crack force was around 90 kN, and the transversal reinforcement yielded at 146 kN.



Specimen HR25-2

Time	Load	Shear	Deformation								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	15,20	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
216	22,40	11,2	0,02	0,03	0,03	0,03	0,12	0,14	0,00	0,00	0,00
284	30,10	15,05	0,03	0,06	0,06	0,06	0,30	0,28	0,00	0,00	0,00
344	37,50	18,75	0,04	0,08	0,09	0,07	0,51	0,42	0,00	0,00	0,03
406	45,10	22,55	0,05	0,10	0,12	0,09	0,67	0,60	-0,01	0,00	0,00
464	52,50	26,25	0,05	0,12	0,14	0,10	0,88	0,78	-0,01	0,00	0,04
524	60,00	30,00	0,05	0,14	0,16	0,11	1,11	0,97	-0,01	0,00	0,00
582	67,40	33,70	0,05	0,16	0,18	0,12	1,28	1,17	-0,01	0,00	0,05
640	75,20	37,60	0,05	0,19	0,20	0,13	1,51	1,37	-0,01	0,00	0,04
694	82,40	41,20	0,05	0,21	0,22	0,12	1,70	1,55	-0,01	0,01	0,05
748	89,90	44,95	0,04	0,23	0,24	0,14	1,85	1,76	-0,01	0,01	0,01
802	97,40	48,70	0,04	0,24	0,25	0,14	2,05	1,95	-0,01	0,01	0,01
856	105,00	52,50	0,03	0,26	0,27	0,14	2,23	2,14	-0,01	0,02	0,03
904	112,00	56,00	0,02	0,27	0,29	0,15	2,36	2,33	-0,01	0,02	0,06
960	120,00	60,00	0,01	0,28	0,31	0,15	2,54	2,54	-0,01	0,03	0,02
1006	127,00	63,50	0,00	0,30	0,32	0,15	2,72	2,70	0,00	0,03	0,02
1062	135,00	67,50	-0,01	0,31	0,34	0,15	2,88	2,92	0,00	0,04	0,06
1114	142,00	71,00	-0,02	0,32	0,36	0,15	3,03	3,12	0,00	0,05	0,03
1168	150,00	75,00	-0,03	0,34	0,38	0,15	3,23	3,31	0,00	0,06	0,03
1220	157,00	78,50	-0,04	0,35	0,39	0,15	3,39	3,53	0,00	0,07	0,03
1282	165,00	82,50	-0,06	0,36	0,42	0,15	3,57	3,76	0,00	0,09	0,04
1340	172,00	86,00	-0,07	0,37	0,44	0,15	3,78	3,99	0,00	0,12	0,06
1404	180,00	90,00	-0,09	0,37	0,46	0,15	3,99	4,25	0,00	0,15	0,09
1460	187,00	93,50	-0,09	0,39	0,48	0,15	4,17	4,45	0,00	0,17	0,07
1520	195,00	97,50	-0,11	0,40	0,50	0,15	4,42	4,69	0,00	0,18	0,08
1572	202,00	101,00	-0,13	0,40	0,51	0,15	4,59	4,87	0,00	0,19	0,08
1632	210,00	105,00	-0,15	0,40	0,53	0,14	4,81	5,09	0,00	0,21	0,09
1688	217,00	108,50	-0,16	0,42	0,55	0,14	5,05	5,30	0,01	0,22	0,14
1750	225,00	112,50	-0,18	0,42	0,56	0,14	5,27	5,52	0,01	0,24	0,10
1808	232,00	116,00	-0,20	0,42	0,57	0,14	5,55	5,74	0,01	0,25	0,11
1874	240,00	120,00	-0,21	0,44	0,58	0,14	5,80	5,98	0,02	0,27	0,11
1928	247,00	123,50	-0,23	0,44	0,59	0,14	6,07	6,17	0,03	0,27	0,11
1996	255,00	127,50	-0,26	0,45	0,61	0,14	6,33	6,44	0,03	0,28	0,15
2050	262,00	131,00	-0,26	0,46	0,62	0,14	6,58	6,62	0,04	0,30	0,11
2128	270,00	135,00	-0,30	0,47	0,64	0,14	6,89	6,93	0,14	0,36	75,90
2186	277,00	138,50	-0,31	0,47	0,66	0,14	7,14	7,15	0,06	0,36	17,30
2256	285,00	142,50	-0,33	0,49	0,68	0,14	7,41	7,44	0,04	0,35	-7,49
2322	292,00	146,00	-0,36	0,49	0,70	0,14	7,65	7,69	0,04	0,35	-24,10
2436	300,00	150,00	-0,39	0,49	0,73	0,13	8,05	8,24	0,19	0,52	-10,60
2490	307,00	153,50	-0,41	0,49	0,74	0,13	8,24	8,44	0,21	0,55	-10,60
2558	315,00	157,50	-0,44	0,49	0,75	0,13	8,48	8,72	0,23	0,58	-10,60
2618	322,00	161,00	-0,46	0,49	0,76	0,12	8,65	8,95	0,25	0,60	-10,60
2690	330,00	165,00	-0,47	0,51	0,77	0,11	8,91	9,26	0,27	0,62	-10,60
2760	337,00	168,50	-0,50	0,51	0,78	0,11	9,13	9,53	0,29	0,67	-10,60
2840	345,00	172,50	-0,53	0,51	0,79	0,09	9,40	9,85	0,33	0,71	-10,60
2910	352,00	176,00	-0,55	0,51	0,80	0,08	9,64	10,15	0,36	0,75	-10,60
3000	360,00	180,00	-0,57	0,53	0,81	0,06	9,97	10,55	0,43	0,81	-10,60
3098	367,00	183,50	-0,59	0,53	0,82	0,04	10,27	10,95	0,56	0,92	-10,60
3296	373,00	186,50	-0,61	0,52	0,82	-0,03	11,17	11,85	1,01	1,29	-10,40
3580	350,00	175,00	-0,70	0,53	0,81	-0,16	12,47	13,55	2,01	2,20	-8,96

Specimen HR25-2

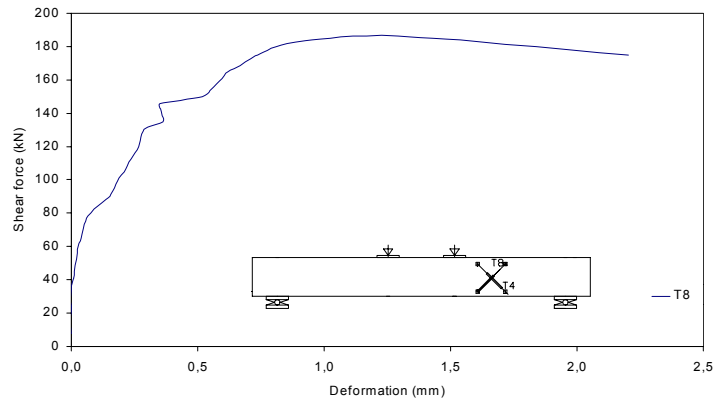
Time	Load	Shear	Longitudinal Reinforcement					
			ϵ_{LN15}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LSI34}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	15,20	7,60	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
216	22,40	11,20	0,009	0,012	0,006	0,009	0,014	0,008
284	30,10	15,05	0,019	0,026	0,015	0,021	0,030	0,020
344	37,50	18,75	0,029	0,040	0,024	0,032	0,046	0,032
406	45,10	22,55	0,039	0,060	0,033	0,046	0,067	0,044
464	52,50	26,25	0,049	0,077	0,043	0,058	0,086	0,056
524	60,00	30,00	0,061	0,096	0,054	0,071	0,106	0,068
582	67,40	33,70	0,076	0,118	0,062	0,082	0,130	0,078
640	75,20	37,60	0,092	0,141	0,074	0,098	0,162	0,093
694	82,40	41,20	0,111	0,166	0,083	0,112	0,207	0,104
748	89,90	44,95	0,133	0,193	0,092	0,125	0,246	0,115
802	97,40	48,70	0,155	0,220	0,101	0,137	0,282	0,125
856	105,00	52,50	0,181	0,250	0,112	0,149	0,315	0,137
904	112,00	56,00	0,201	0,274	0,123	0,161	0,346	0,148
960	120,00	60,00	0,230	0,304	0,132	0,172	0,379	0,160
1006	127,00	63,50	0,258	0,334	0,137	0,179	0,408	0,167
1062	135,00	67,50	0,296	0,369	0,146	0,192	0,442	0,178
1114	142,00	71,00	0,339	0,399	0,151	0,204	0,476	0,189
1168	150,00	75,00	0,376	0,428	0,157	0,216	0,513	0,200
1220	157,00	78,50	0,419	0,464	0,159	0,221	0,551	0,209
1282	165,00	82,50	0,488	0,522	0,155	0,206	0,596	0,218
1340	172,00	86,00	0,577	0,579	0,143	0,190	0,637	0,225
1404	180,00	90,00	0,650	0,625	0,140	0,189	0,693	0,233
1460	187,00	93,50	0,687	0,653	0,144	0,196	0,746	0,241
1520	195,00	97,50	0,726	0,682	0,149	0,202	0,794	0,254
1572	202,00	101,00	0,757	0,705	0,155	0,210	0,832	0,265
1632	210,00	105,00	0,795	0,734	0,160	0,217	0,881	0,275
1688	217,00	108,50	0,834	0,760	0,166	0,224	0,928	0,282
1750	225,00	112,50	0,891	0,794	0,167	0,227	0,988	0,283
1808	232,00	116,00	0,935	0,824	0,172	0,232	1,041	0,291
1874	240,00	120,00	0,979	0,853	0,179	0,240	1,111	0,297
1928	247,00	123,50	1,013	0,877	0,187	0,249	1,157	0,305
1996	255,00	127,50	1,059	0,911	0,194	0,257	1,214	0,314
2050	262,00	131,00	1,097	0,939	0,198	0,262	1,261	0,317
2128	270,00	135,00	1,153	0,977	0,203	0,267	1,334	0,322
2186	277,00	138,50	1,198	1,007	0,206	0,270	1,391	0,326
2256	285,00	142,50	1,247	1,047	0,213	0,278	1,441	0,334
2322	292,00	146,00	1,292	1,077	0,220	0,284	1,483	0,343
2436	300,00	150,00	1,373	1,317	0,215	0,271	1,532	0,350
2490	307,00	153,50	1,383	1,357	0,221	0,278	1,566	0,356
2558	315,00	157,50	1,403	1,407	0,228	0,286	1,607	0,365
2618	322,00	161,00	1,423	1,457	0,231	0,292	1,646	0,367
2690	330,00	165,00	1,443	1,507	0,238	0,300	1,690	0,373
2760	337,00	168,50	1,463	1,557	0,251	0,316	1,727	0,381
2840	345,00	172,50	1,473	1,607	0,273	0,340	1,765	0,396
2910	352,00	176,00	1,503	1,657	0,283	0,353	1,797	0,407
3000	360,00	180,00	1,533	1,727	0,290	0,361	1,836	0,416
3098	367,00	183,50	1,573	1,797	0,291	0,370	1,868	0,424
3296	373,00	186,50	1,703	1,957	0,271	0,357	1,918	0,416
3580	350,00	175,00	1,843	2,097	0,269	0,440	1,852	0,391

Specimen HR25-2

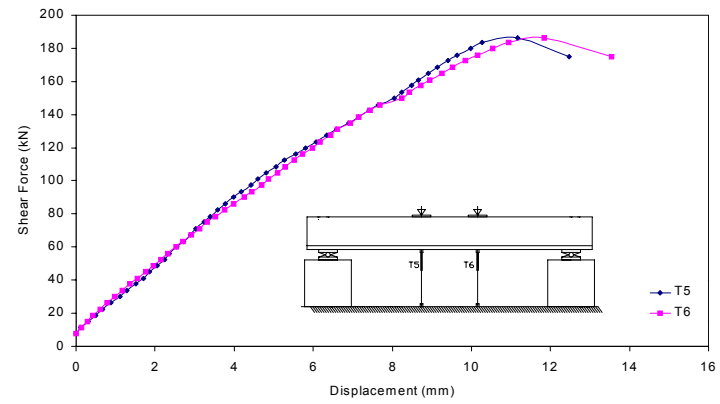
Time	Load	Shear	Transversal Reinforcement					
			ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{EN4W}	ϵ_{EN5E}	ϵ_{EN6W}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	15,20	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
216	22,40	11,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
284	30,10	15,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
344	37,50	18,75	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
406	45,10	22,55	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
464	52,50	26,25	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
524	60,00	30,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
582	67,40	33,70	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00
640	75,20	37,60	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00
694	82,40	41,20	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00
748	89,90	44,95	0,00	0,00	0,05	0,02	0,01	0,00
802	97,40	48,70	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,00
856	105,00	52,50	0,01	0,01	0,07	0,03	0,02	0,00
904	112,00	56,00	0,02	0,01	0,08	0,03	0,02	0,00
960	120,00	60,00	0,02	0,02	0,10	0,04	0,02	0,00
1006	127,00	63,50	0,03	0,03	0,12	0,05	0,02	0,00
1062	135,00	67,50	0,03	0,05	0,13	0,07	0,03	0,00
1114	142,00	71,00	0,04	0,06	0,16	0,12	0,03	0,00
1168	150,00	75,00	0,05	0,08	0,22	0,16	0,04	0,00
1220	157,00	78,50	0,06	0,10	0,33	0,23	0,05	0,01
1282	165,00	82,50	0,07	0,14	0,56	0,38	0,06	0,01
1340	172,00	86,00	0,07	0,21	0,89	0,75	0,06	0,01
1404	180,00	90,00	0,07	0,22	1,15	1,05	0,07	0,01
1460	187,00	93,50	0,06	0,23	1,25	1,19	0,07	0,01
1520	195,00	97,50	0,06	0,25	1,35	1,32	0,07	0,01
1572	202,00	101,00	0,06	0,26	1,45	1,43	0,08	0,01
1632	210,00	105,00	0,06	0,27	1,56	1,57	0,08	0,01
1688	217,00	108,50	0,06	0,29	1,67	1,69	0,09	0,01
1750	225,00	112,50	0,07	0,31	1,79	1,83	0,10	0,01
1808	232,00	116,00	0,07	0,34	1,91	1,96	0,11	0,01
1874	240,00	120,00	0,07	0,36	2,03	2,09	0,12	0,01
1928	247,00	123,50	0,08	0,38	2,11	2,18	0,13	0,00
1996	255,00	127,50	0,11	0,41	2,24	2,29	0,14	0,00
2050	262,00	131,00	0,14	0,44	2,34	2,39	0,16	0,00
2128	270,00	135,00	0,21	0,50	2,49	2,52	0,18	0,00
2186	277,00	138,50	0,26	0,55	2,60	2,60	0,20	0,00
2256	285,00	142,50	0,34	0,60	2,72	2,66	0,22	0,00
2322	292,00	146,00	0,39	0,65	2,85	2,73	0,24	0,00
2436	300,00	150,00	0,87	1,95	2,73	2,80	0,27	0,01
2490	307,00	153,50	0,97	2,09	2,75	2,83	0,28	0,01
2558	315,00	157,50	1,07	2,24	2,78	2,87	0,29	0,02
2618	322,00	161,00	1,15	2,36	2,83	2,91	0,30	0,02
2690	330,00	165,00	1,26	2,47	2,92	2,96	0,30	0,03
2760	337,00	168,50	1,36	2,57	3,02	3,01	0,30	0,03
2840	345,00	172,50	1,46	2,65	3,19	3,08	0,29	0,02
2910	352,00	176,00	1,57	2,69	3,55	3,16	0,29	0,04
3000	360,00	180,00	1,71	2,75	5,57	3,29	0,30	0,07
3098	367,00	183,50	1,88	2,80	13,00	3,50	0,33	0,11
3296	373,00	186,50	2,15	2,89	27,80	4,39	0,47	0,26
3580	350,00	175,00	2,03	2,99	50,10	11,68	0,62	0,49

Specimen HR25-2

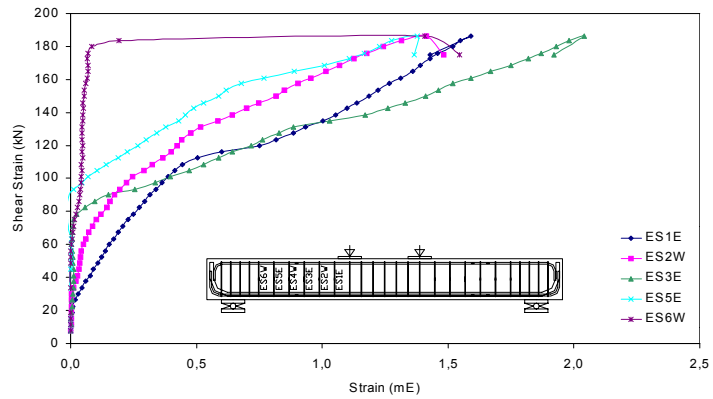
Time seg	Load kN	Shear kN	Transversal Reinforcement					
			ϵ_{ES1E} mε	ϵ_{ES2W} mε	ϵ_{ES3E} mε	ϵ_{ES4W} mε	ϵ_{ES5E} mε	ϵ_{ES6W} mε
0	15,20	7,60	0,00	0,00	0,00	507,00	0,00	0,00
216	22,40	11,20	0,00	0,00	0,00	507,00	0,00	0,00
284	30,10	15,05	0,00	0,00	0,00	507,00	0,00	0,00
344	37,50	18,75	0,01	0,00	0,00	507,00	0,00	0,00
406	45,10	22,55	0,01	0,00	0,00	507,00	0,00	0,00
464	52,50	26,25	0,02	0,00	0,01	507,00	0,00	0,00
524	60,00	30,00	0,03	0,00	0,01	507,00	0,00	0,00
582	67,40	33,70	0,05	0,01	0,01	507,00	0,00	0,00
640	75,20	37,60	0,06	0,02	0,01	507,00	0,00	0,00
694	82,40	41,20	0,08	0,03	0,01	507,00	0,00	0,00
748	89,90	44,95	0,09	0,03	0,01	507,00	0,00	0,00
802	97,40	48,70	0,11	0,04	0,01	507,00	0,00	0,00
856	105,00	52,50	0,12	0,04	0,01	507,00	0,00	0,00
904	112,00	56,00	0,14	0,04	0,01	507,00	0,00	0,00
960	120,00	60,00	0,15	0,05	0,00	507,00	0,00	0,00
1006	127,00	63,50	0,17	0,06	0,01	507,00	0,00	0,01
1062	135,00	67,50	0,19	0,07	0,01	507,00	-0,01	0,01
1114	142,00	71,00	0,21	0,09	0,01	507,00	-0,01	0,01
1168	150,00	75,00	0,23	0,10	0,01	507,00	-0,01	0,02
1220	157,00	78,50	0,25	0,12	0,02	507,00	-0,02	0,02
1282	165,00	82,50	0,27	0,14	0,06	507,00	-0,01	0,03
1340	172,00	86,00	0,29	0,16	0,09	507,00	-0,01	0,03
1404	180,00	90,00	0,32	0,17	0,15	507,00	-0,01	0,04
1460	187,00	93,50	0,34	0,20	0,25	507,00	0,01	0,04
1520	195,00	97,50	0,36	0,22	0,34	507,00	0,04	0,04
1572	202,00	101,00	0,39	0,25	0,40	507,00	0,07	0,04
1632	210,00	105,00	0,41	0,29	0,47	507,00	0,10	0,04
1688	217,00	108,50	0,44	0,32	0,53	507,00	0,14	0,04
1750	225,00	112,50	0,51	0,37	0,59	508,00	0,19	0,05
1808	232,00	116,00	0,60	0,40	0,64	508,00	0,23	0,05
1874	240,00	120,00	0,75	0,42	0,72	508,00	0,27	0,05
1928	247,00	123,50	0,82	0,44	0,76	508,00	0,30	0,05
1996	255,00	127,50	0,88	0,48	0,83	508,00	0,34	0,05
2050	262,00	131,00	0,93	0,52	0,88	508,00	0,38	0,05
2128	270,00	135,00	1,00	0,58	1,03	508,00	0,43	0,05
2186	277,00	138,50	1,05	0,64	1,17	508,00	0,46	0,05
2256	285,00	142,50	1,10	0,70	1,26	508,00	0,49	0,05
2322	292,00	146,00	1,14	0,75	1,33	508,00	0,53	0,05
2436	300,00	150,00	1,19	0,82	1,41	508,00	0,59	0,05
2490	307,00	153,50	1,22	0,85	1,46	508,00	0,62	0,06
2558	315,00	157,50	1,27	0,90	1,52	508,00	0,68	0,06
2618	322,00	161,00	1,31	0,95	1,59	508,00	0,77	0,07
2690	330,00	165,00	1,36	1,02	1,67	508,00	0,89	0,07
2760	337,00	168,50	1,39	1,07	1,75	508,00	1,01	0,07
2840	345,00	172,50	1,43	1,13	1,82	508,00	1,11	0,07
2910	352,00	176,00	1,46	1,18	1,87	508,00	1,17	0,07
3000	360,00	180,00	1,52	1,24	1,93	508,00	1,23	0,08
3098	367,00	183,50	1,55	1,32	1,98	508,00	1,28	0,19
3296	373,00	186,50	1,59	1,41	2,04	508,00	1,38	1,41
3580	350,00	175,00	1,43	1,48	1,92	508,00	1,37	1,55



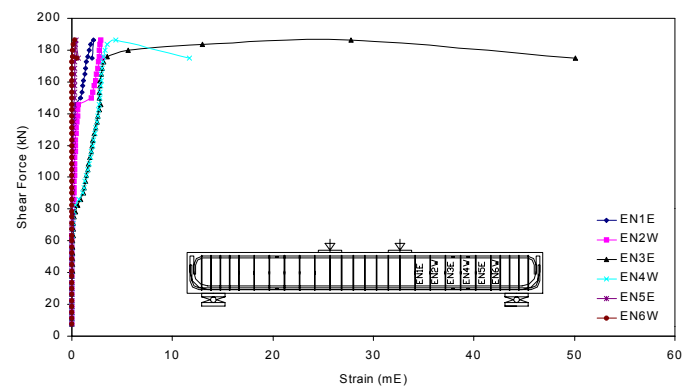
a)



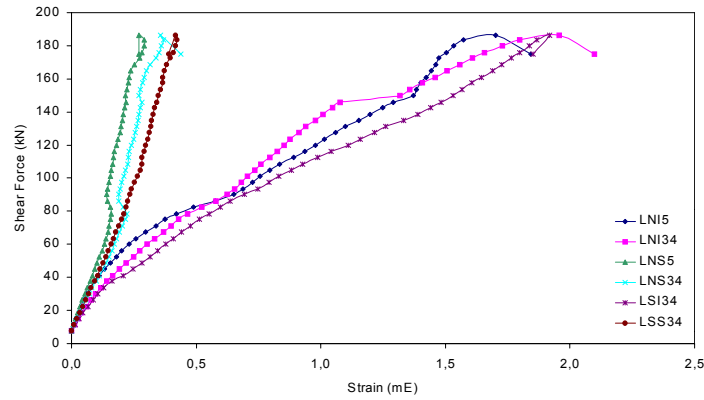
b)



c)

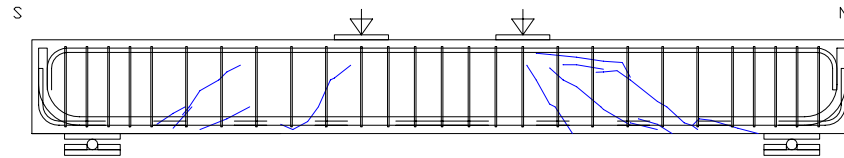


d)

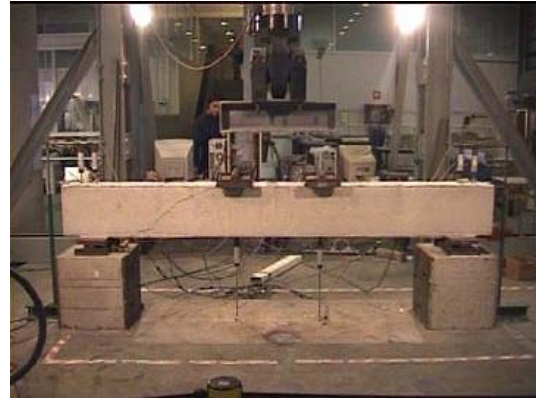
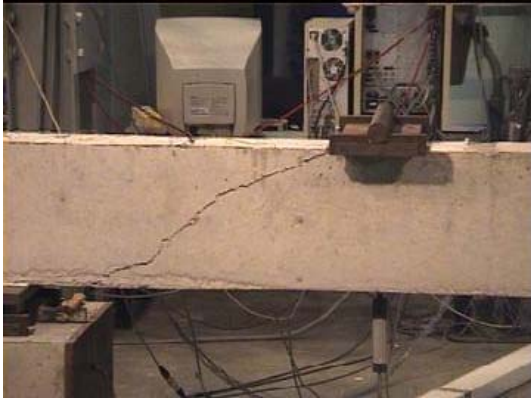


Graphs: a) Shear strain ($m\epsilon$)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of south stirrups ($m\epsilon$)-Shear force (kN), d) Strain of north stirrups ($m\epsilon$)-Shear force (kN) e) Strain of longitudinal bars ($m\epsilon$)-Shear force (kN).

Specimen HR25-2- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR25-3

Concrete Properties

$f_c = 42.38 \text{ MPa}$ $f_s = 3.13 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$
 barras en una línea

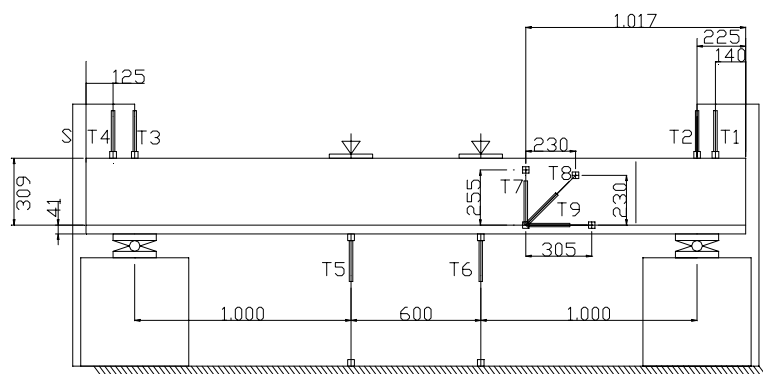
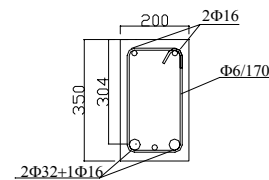
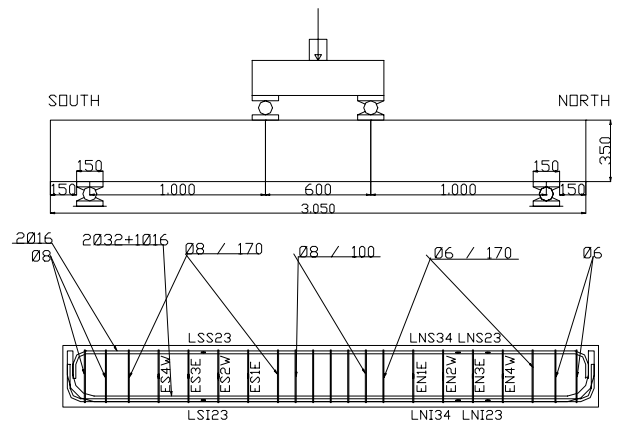
Transversal reinforcement

North side- Failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.903 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/170 \text{ mm}$

South Side
 B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.640 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/170 \text{ mm}$

Cast: Nov 13, 2001
 Tested: Jan 9, 2002
 Test duration: 68 min
 Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 169 kN. The crack force was around 104 kN, and the transversal reinforcement yielded at 140.5 kN. The diagonal transducers failed down during the test.



Specimen HR25-3

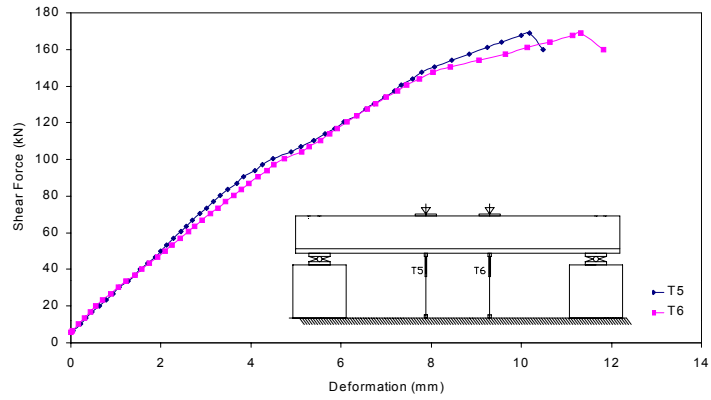
Time	Load	Shear	Deformation								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,018	11,40	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	13,50	6,75	0,00	0,00	0,02	0,01	0,05	0,04	0,00	0,01	0,00
574	20,10	10,05	0,01	0,02	0,07	0,04	0,22	0,17	0,00	0,00	0,00
660	26,80	13,40	0,02	0,03	0,11	0,07	0,34	0,30	0,00	0,00	0,00
736	33,60	16,80	0,02	0,04	0,14	0,08	0,47	0,43	-0,01	0,00	0,00
806	40,30	20,15	0,03	0,04	0,18	0,10	0,63	0,56	-0,01	0,01	0,01
872	46,80	23,40	0,03	0,05	0,21	0,11	0,79	0,71	-0,01	0,01	0,01
944	53,70	26,85	0,03	0,07	0,24	0,12	0,94	0,89	-0,01	0,01	0,02
1012	60,40	30,20	0,02	0,08	0,27	0,13	1,08	1,06	-0,02	0,02	0,03
1078	67,00	33,50	0,02	0,10	0,29	0,13	1,27	1,23	-0,02	0,02	0,04
1144	73,80	36,90	0,02	0,12	0,32	0,14	1,42	1,42	-0,02	0,03	0,05
1206	80,40	40,20	0,02	0,14	0,34	0,14	1,54	1,58	-0,02	0,03	0,06
1268	87,20	43,60	0,02	0,16	0,35	0,14	1,70	1,74	-0,02	0,04	0,07
1328	93,80	46,90	0,02	0,17	0,38	0,14	1,87	1,93	-0,02	0,04	0,08
1384	100,00	50,00	0,02	0,19	0,40	0,14	2,00	2,09	-0,02	0,05	0,09
1446	107,00	53,50	0,02	0,20	0,42	0,15	2,13	2,25	-0,02	0,05	0,10
1506	114,00	57,00	0,02	0,22	0,44	0,15	2,28	2,43	-0,02	0,06	0,11
1564	121,00	60,50	0,02	0,23	0,46	0,15	2,45	2,61	-0,02	0,07	0,12
1616	127,00	63,50	0,02	0,25	0,47	0,15	2,57	2,75	-0,02	0,05	0,13
1672	134,00	67,00	0,02	0,26	0,49	0,15	2,70	2,92	-0,02	0,08	0,14
1730	141,00	70,50	0,02	0,27	0,51	0,15	2,86	3,10	-0,02	0,08	0,15
1780	147,00	73,50	0,01	0,29	0,52	0,15	3,01	3,26	-0,02	0,09	0,16
1842	154,00	77,00	0,01	0,30	0,55	0,14	3,17	3,43	-0,02	0,10	0,17
1898	161,00	80,50	0,01	0,31	0,57	0,14	3,31	3,62	-0,02	0,11	0,18
1948	167,00	83,50	0,01	0,33	0,58	0,13	3,48	3,78	-0,02	0,11	0,19
2010	174,00	87,00	0,00	0,34	0,60	0,13	3,68	3,96	-0,02	0,12	0,20
2072	181,00	90,50	-0,02	0,34	0,63	0,12	3,84	4,16	-0,02	0,12	0,21
2138	188,00	94,00	-0,03	0,35	0,65	0,12	4,09	4,36	-0,02	0,13	0,22
2192	194,00	97,00	-0,03	0,37	0,67	0,11	4,26	4,51	-0,01	0,14	0,23
2264	201,00	100,50	-0,06	0,37	0,69	0,10	4,48	4,74	-0,01	0,16	0,26
2372	208,00	104,00	-0,08	0,37	0,73	0,09	4,89	5,12	0,00	0,19	0,28
2430	214,00	107,00	-0,09	0,37	0,75	0,08	5,10	5,30	0,01	0,20	0,29
2506	221,00	110,50	-0,10	0,39	0,77	0,07	5,40	5,54	0,01	0,22	0,30
2578	228,00	114,00	-0,12	0,40	0,79	0,06	5,64	5,75	0,02	0,23	0,32
2632	234,00	117,00	-0,13	0,40	0,81	0,05	5,86	5,92	0,02	0,24	0,33
2700	241,00	120,50	-0,14	0,41	0,83	0,05	6,06	6,13	0,03	0,25	0,35
2774	248,00	124,00	-0,15	0,42	0,85	0,04	6,34	6,35	0,04	0,27	0,36
2844	255,00	127,50	-0,17	0,42	0,87	0,04	6,55	6,58	0,05	0,28	0,38
2908	261,00	130,50	-0,18	0,42	0,88	0,03	6,73	6,77	0,06	0,30	0,39
2978	268,00	134,00	-0,19	0,44	0,89	0,02	6,97	7,00	0,06	0,30	0,40
3056	275,00	137,50	-0,21	0,45	0,90	0,01	7,18	7,26	0,06	0,31	0,42
3116	281,00	140,50	-0,22	0,45	0,91	0,00	7,34	7,45	0,07	0,30	0,44
3196	288,00	144,00	-0,23	0,46	0,91	-0,01	7,58	7,74	0,09	0,16	0,45
3284	295,00	147,50	-0,23	0,47	0,93	-0,02	7,79	8,04	0,10	0,12	0,47
3382	301,00	150,50	-0,24	0,47	0,94	-0,04	8,07	8,43	0,11	-0,05	0,49
3532	308,00	154,00	-0,25	0,47	0,96	-0,07	8,45	9,06	0,13	0,44	0,62
3674	315,00	157,50	-0,26	0,50	0,97	-0,10	8,85	9,65	0,15	-0,85	0,64
3798	322,00	161,00	-0,26	0,58	0,98	-0,13	9,24	10,13	0,15	30,48	0,70
3914	328,00	164,00	-0,28	0,59	0,99	-0,16	9,56	10,63	0,16	-0,99	0,74
4042	335,00	167,50	-0,31	0,59	1,00	-0,19	9,99	11,13	0,17	-0,99	0,78
4106	338,00	169,00	-0,32	0,59	1,01	-0,21	10,19	11,33	0,17	-0,99	0,81
4160	320,00	160,00	-0,33	0,58	1,01	-0,23	10,49	11,83	0,19	-0,99	0,82

Specimen HR25-3

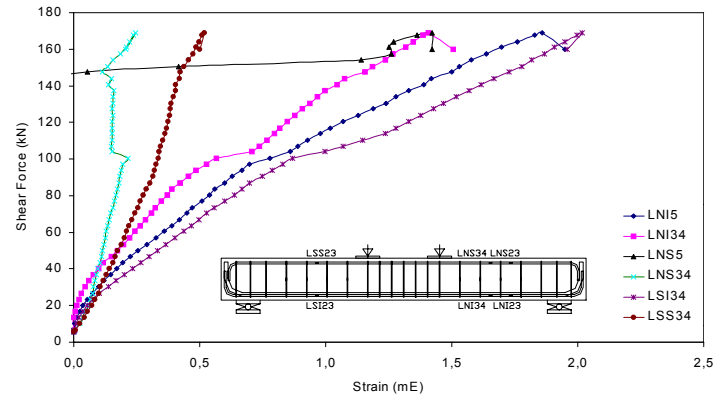
Time	Load	Shear	Longitudinal Reinforcement strain					
			ϵ_{LN15}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LSI34}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	11,40	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	13,50	6,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
574	20,10	10,05	0,00	0,00	-0,03	0,03	0,01	0,03
660	26,80	13,40	0,01	0,00	-0,04	0,04	0,02	0,04
736	33,60	16,80	0,03	0,01	-0,06	0,05	0,04	0,06
806	40,30	20,15	0,04	0,01	-0,08	0,06	0,05	0,07
872	46,80	23,40	0,05	0,02	-0,09	0,07	0,07	0,09
944	53,70	26,85	0,08	0,03	-0,10	0,07	0,10	0,10
1012	60,40	30,20	0,10	0,05	-0,11	0,08	0,14	0,11
1078	67,00	33,50	0,12	0,06	-0,12	0,08	0,17	0,12
1144	73,80	36,90	0,15	0,08	-0,13	0,09	0,20	0,13
1206	80,40	40,20	0,17	0,10	-0,14	0,10	0,24	0,14
1268	87,20	43,60	0,20	0,12	-0,16	0,11	0,27	0,16
1328	93,80	46,90	0,23	0,15	-0,16	0,11	0,30	0,17
1384	100,00	50,00	0,26	0,17	-0,17	0,11	0,33	0,18
1446	107,00	53,50	0,29	0,20	-0,18	0,12	0,37	0,19
1506	114,00	57,00	0,33	0,22	-0,19	0,13	0,40	0,20
1564	121,00	60,50	0,36	0,24	-0,20	0,13	0,44	0,21
1616	127,00	63,50	0,39	0,26	-0,21	0,14	0,47	0,22
1672	134,00	67,00	0,42	0,28	-0,22	0,14	0,50	0,23
1730	141,00	70,50	0,45	0,31	-0,23	0,15	0,53	0,24
1780	147,00	73,50	0,47	0,32	-0,24	0,16	0,56	0,25
1842	154,00	77,00	0,51	0,35	-0,25	0,16	0,60	0,26
1898	161,00	80,50	0,54	0,37	-0,26	0,17	0,64	0,28
1948	167,00	83,50	0,56	0,39	-0,27	0,17	0,67	0,29
2010	174,00	87,00	0,60	0,42	-0,28	0,18	0,70	0,30
2072	181,00	90,50	0,63	0,46	-0,29	0,18	0,75	0,32
2138	188,00	94,00	0,67	0,49	-0,30	0,19	0,79	0,32
2192	194,00	97,00	0,70	0,53	-0,31	0,19	0,83	0,33
2264	201,00	100,50	0,78	0,57	-0,31	0,22	0,87	0,34
2372	208,00	104,00	0,86	0,71	-0,26	0,15	1,00	0,34
2430	214,00	107,00	0,89	0,74	-0,25	0,15	1,07	0,35
2506	221,00	110,50	0,93	0,77	-0,26	0,15	1,15	0,35
2578	228,00	114,00	0,98	0,80	-0,27	0,15	1,24	0,36
2632	234,00	117,00	1,02	0,82	-0,27	0,15	1,28	0,37
2700	241,00	120,50	1,07	0,85	-0,27	0,15	1,33	0,38
2774	248,00	124,00	1,13	0,88	-0,27	0,16	1,38	0,38
2844	255,00	127,50	1,19	0,91	-0,27	0,15	1,43	0,38
2908	261,00	130,50	1,24	0,94	-0,26	0,16	1,47	0,39
2978	268,00	134,00	1,28	0,97	-0,25	0,16	1,52	0,39
3056	275,00	137,50	1,33	1,00	-0,22	0,16	1,57	0,40
3116	281,00	140,50	1,39	1,05	-0,16	0,14	1,62	0,40
3196	288,00	144,00	1,42	1,08	-0,10	0,15	1,67	0,42
3284	295,00	147,50	1,50	1,16	0,06	0,11	1,73	0,42
3382	301,00	150,50	1,53	1,19	0,42	0,13	1,78	0,44
3532	308,00	154,00	1,58	1,24	1,14	0,16	1,82	0,46
3674	315,00	157,50	1,64	1,27	1,26	0,19	1,87	0,47
3798	322,00	161,00	1,70	1,32	1,25	0,21	1,91	0,48
3914	328,00	164,00	1,76	1,35	1,27	0,22	1,95	0,50
4042	335,00	167,50	1,83	1,39	1,36	0,24	2,00	0,51
4106	338,00	169,00	1,86	1,41	1,42	0,25	2,02	0,52
4160	320,00	160,00	1,95	1,51	1,42	0,21	1,96	0,50

Specimen HR25-3

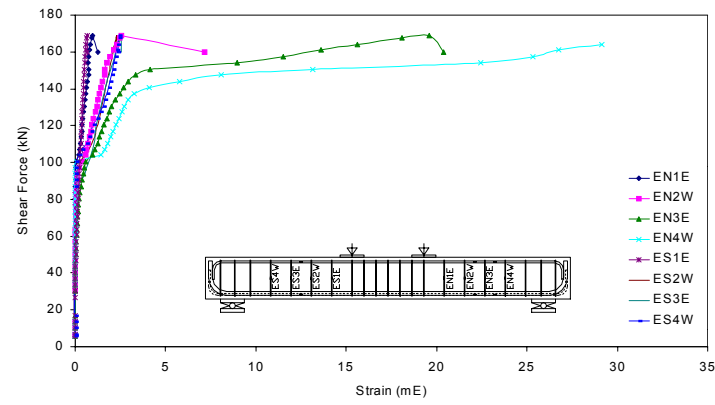
Time	Load	Shear	Transversal Reinforcement strain							
			ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{EN4W}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}	ϵ_{ES4W}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	11,40	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	13,50	6,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
574	20,10	10,05	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
660	26,80	13,40	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01
736	33,60	16,80	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
806	40,30	20,15	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
872	46,80	23,40	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
944	53,70	26,85	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
1012	60,40	30,20	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02
1078	67,00	33,50	-0,05	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02
1144	73,80	36,90	-0,05	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	-0,03	-0,01	-0,02
1206	80,40	40,20	-0,05	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	-0,03	-0,01	-0,02
1268	87,20	43,60	-0,06	0,00	-0,01	-0,02	0,01	-0,03	0,00	-0,03
1328	93,80	46,90	-0,06	0,00	0,01	-0,01	0,02	-0,03	0,00	-0,03
1384	100,00	50,00	-0,05	0,02	0,02	-0,01	0,03	-0,03	0,01	-0,02
1446	107,00	53,50	-0,05	0,02	0,04	0,00	0,04	-0,03	0,01	-0,03
1506	114,00	57,00	-0,05	0,02	0,06	0,00	0,06	-0,03	0,01	-0,03
1564	121,00	60,50	-0,05	0,02	0,07	0,00	0,07	-0,02	0,02	-0,03
1616	127,00	63,50	-0,04	0,02	0,09	0,00	0,08	-0,02	0,02	-0,03
1672	134,00	67,00	-0,04	0,03	0,11	0,01	0,09	-0,02	0,02	-0,03
1730	141,00	70,50	-0,04	0,03	0,13	0,01	0,11	-0,01	0,02	-0,03
1780	147,00	73,50	-0,03	0,03	0,15	0,01	0,12	-0,01	0,02	-0,03
1842	154,00	77,00	-0,02	0,04	0,18	0,01	0,14	0,00	0,03	-0,03
1898	161,00	80,50	-0,01	0,04	0,21	0,01	0,16	0,01	0,03	-0,02
1948	167,00	83,50	0,00	0,05	0,24	0,01	0,17	0,01	0,07	-0,02
2010	174,00	87,00	0,01	0,08	0,33	0,01	0,19	0,03	0,19	-0,02
2072	181,00	90,50	0,03	0,11	0,39	0,01	0,21	0,08	0,33	-0,01
2138	188,00	94,00	0,05	0,14	0,45	0,01	0,22	0,14	0,53	0,00
2192	194,00	97,00	0,06	0,21	0,49	0,01	0,24	0,17	0,64	0,01
2264	201,00	100,50	0,09	0,38	0,58	0,07	0,26	0,25	0,76	0,06
2372	208,00	104,00	0,23	0,58	0,95	1,43	0,28	0,62	0,87	0,21
2430	214,00	107,00	0,26	0,64	1,11	1,63	0,30	0,74	0,95	0,36
2506	221,00	110,50	0,30	0,72	1,24	1,79	0,32	0,90	1,06	0,62
2578	228,00	114,00	0,33	0,81	1,36	1,97	0,34	1,07	1,08	0,76
2632	234,00	117,00	0,36	0,87	1,46	2,10	0,35	1,15	1,12	0,86
2700	241,00	120,50	0,40	0,94	1,61	2,26	0,37	1,24	1,19	1,01
2774	248,00	124,00	0,44	1,03	1,75	2,41	0,38	1,32	1,27	1,21
2844	255,00	127,50	0,48	1,13	1,90	2,58	0,39	1,40	1,36	1,40
2908	261,00	130,50	0,52	1,20	2,03	2,72	0,40	1,46	1,42	1,53
2978	268,00	134,00	0,55	1,28	2,22	2,93	0,42	1,54	1,50	1,65
3056	275,00	137,50	0,59	1,36	2,47	3,28	0,44	1,61	1,58	1,77
3116	281,00	140,50	0,64	1,44	2,70	4,09	0,46	1,68	1,66	1,86
3196	288,00	144,00	0,67	1,52	2,94	5,76	0,47	1,75	1,76	1,94
3284	295,00	147,50	0,74	1,62	3,34	8,09	0,50	1,84	1,88	2,03
3382	301,00	150,50	0,75	1,64	4,14	13,14	0,52	1,91	1,98	2,09
3532	308,00	154,00	0,73	1,76	8,98	22,44	0,54	1,97	2,09	2,15
3674	315,00	157,50	0,76	1,95	11,51	25,34	0,55	2,05	2,18	2,23
3798	322,00	161,00	0,80	2,13	13,61	26,74	0,58	2,13	2,27	2,30
3914	328,00	164,00	0,84	2,29	15,61	29,14	0,60	2,19	2,37	2,36
4042	335,00	167,50	0,91	2,48	18,11		0,64	2,27	2,51	2,41
4106	338,00	169,00	0,95	2,56	19,61		0,66	2,31	2,56	2,43
4160	320,00	160,00	1,24	7,17	20,41		0,66	2,21	2,57	2,34



a)



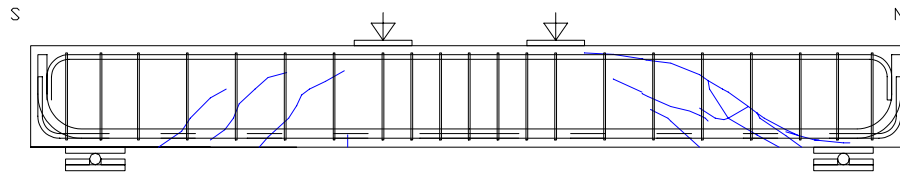
b)



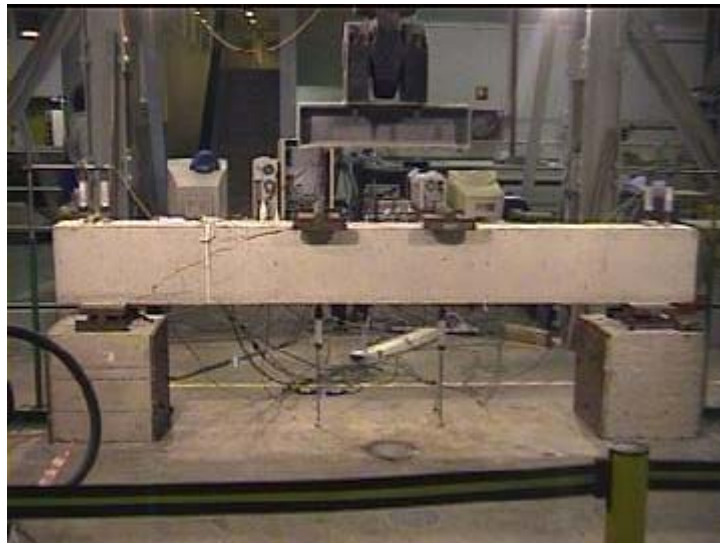
c)

Graphs: a) Displacement (mm)-Shear force (kN), b) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), c) Strain stirrups (mε)-shear force (kN)

Specimen HR25-3- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR25-4

Concrete Properties

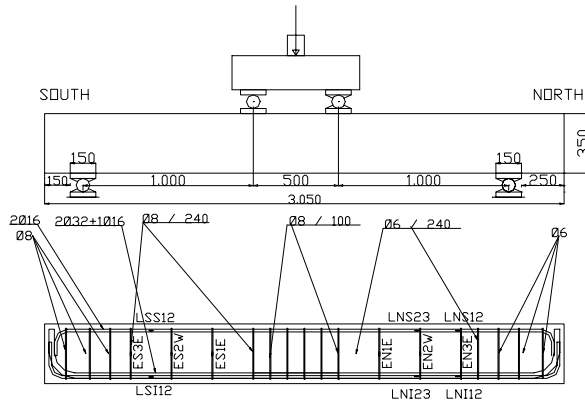
$f_c = 42.38 \text{ MPa}$ $f_s = 3.13 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$
 barras en una línea

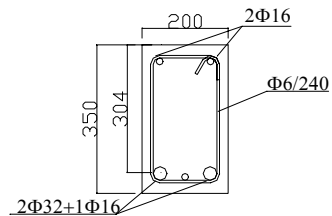
Transversal reinforcement

North side-failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.636 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/240 \text{ mm}$



South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.162 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/240 \text{ mm}$



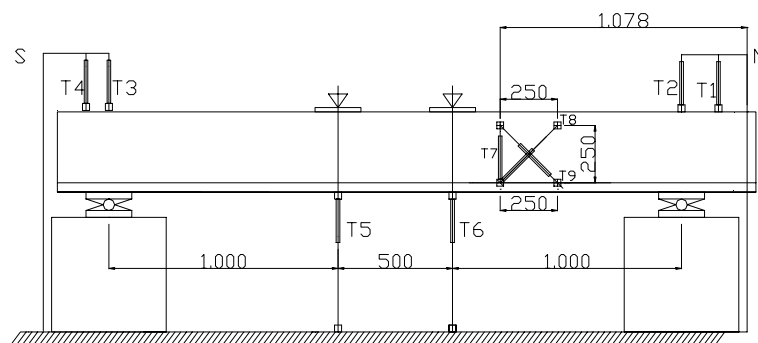
Cast: Nov 6, 2001

Tested: Dec 21, 2001

Test duration: 92 min

Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 238 kN. The crack force was around 161.5 kN. The stirrup EN1E yielded at 161.5 kN in the north side, where the failure of the beam occurred. The stirrup ES1E yielded at 204 kN in the south side of the beam



Specimen HR25-4

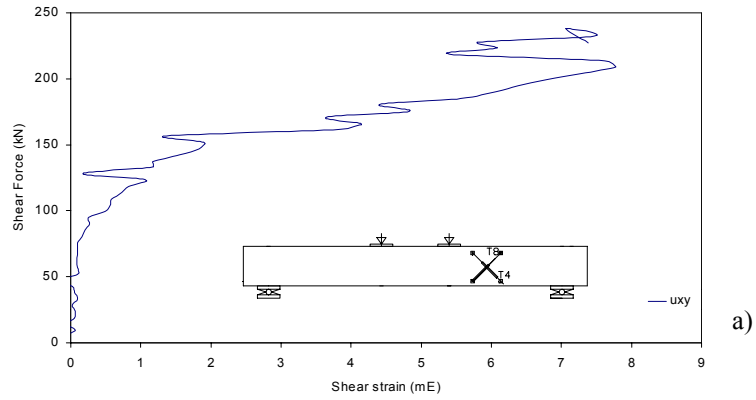
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation								
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,105	14,70	7,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
410	19,00	9,5	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	-0,01
542	28,50	14,25	-0,05	0,04	0,01	0,01	0,01	0,11	0,26	0,00	0,00	0,02
650	38,00	19,00	0,05	0,08	0,01	0,02	0,02	0,53	0,44	0,00	0,00	-0,01
750	47,60	23,80	0,07	0,10	0,02	0,05	0,03	0,77	0,64	0,00	0,00	-0,01
848	57,00	28,50	0,02	0,10	0,02	0,08	0,05	1,01	0,89	0,00	-0,01	-0,01
938	66,50	33,25	0,10	0,10	0,03	0,12	0,08	1,21	1,10	0,00	0,01	-0,02
1024	76,00	38,00	0,05	0,09	0,04	0,15	0,09	1,48	1,32	0,00	0,01	0,00
1106	85,40	42,70	0,02	0,10	0,10	0,18	0,10	1,67	1,55	0,00	0,01	0,01
1190	95,10	47,55	-0,20	0,10	0,14	0,21	0,12	1,94	1,77	0,00	0,02	0,07
1270	104,00	52,00	0,10	0,09	0,18	0,24	0,13	2,18	2,02	0,00	0,02	-0,01
1352	114,00	57,00	0,09	0,09	0,22	0,26	0,13	2,42	2,25	0,00	0,02	0,00
1430	123,00	61,50	0,09	0,08	0,25	0,28	0,13	2,70	2,47	-0,01	0,02	-0,01
1514	133,00	66,50	0,09	0,06	0,27	0,31	0,14	2,95	2,73	-0,01	0,02	-0,01
1586	142,00	71,00	0,09	0,04	0,31	0,33	0,14	3,22	2,93	-0,02	0,01	-0,01
1676	152,00	76,00	0,09	0,00	0,32	0,36	0,14	3,48	3,23	-0,02	0,02	-0,01
1752	161,00	80,50	0,16	-0,02	0,35	0,37	0,14	3,74	3,45	-0,02	0,03	-0,01
1838	171,00	85,50	0,21	-0,05	0,38	0,39	0,14	3,96	3,73	-0,02	0,03	-0,02
1926	180,00	90,00	0,27	-0,09	0,41	0,42	0,14	4,25	3,98	-0,02	0,05	-0,02
2014	190,00	95,00	0,26	-0,12	0,43	0,45	0,14	4,49	4,27	-0,02	0,07	0,01
2098	199,00	99,50	0,49	-0,16	0,45	0,47	0,14	4,72	4,53	0,00	0,10	-0,02
2196	209,00	104,50	0,57	-0,20	0,48	0,50	0,14	5,01	4,85	0,02	0,12	-0,02
2278	218,00	109,00	0,58	-0,25	0,48	0,52	0,14	5,23	5,10	0,03	0,14	0,00
2370	228,00	114,00	0,73	-0,28	0,51	0,54	0,14	5,52	5,39	0,05	0,17	-0,02
2454	237,00	118,50	0,83	-0,33	0,52	0,56	0,14	5,73	5,66	0,07	0,20	-0,01
2544	247,00	123,50	1,06	-0,38	0,53	0,58	0,13	6,03	5,95	0,09	0,24	-0,03
2638	256,00	128,00	0,17	-0,42	0,55	0,60	0,13	6,28	6,27	0,09	0,24	0,20
2740	266,00	133,00	1,17	-0,47	0,55	0,63	0,13	6,65	6,65	0,09	0,27	-0,02
2830	275,00	137,50	1,17	-0,50	0,57	0,64	0,12	6,92	6,94	0,12	0,30	0,01
2924	285,00	142,50	1,56	-0,54	0,59	0,66	0,12	7,27	7,27	0,16	0,36	-0,03
3012	294,00	147,00	1,83	-0,58	0,59	0,68	0,12	7,59	7,56	0,21	0,41	-0,05
3108	304,00	152,00	1,90	-0,61	0,61	0,68	0,10	7,93	7,89	0,25	0,47	-0,01
3196	313,00	156,50	1,36	-0,64	0,63	0,69	0,09	8,30	8,20	0,30	0,53	0,19
3390	323,00	161,50	3,83	-0,67	0,63	0,69	0,04	9,01	9,02	0,49	0,92	-0,04
3484	332,00	166,00	4,14	-0,70	0,64	0,69	0,03	9,35	9,35	0,54	1,01	-0,03
3592	342,00	171,00	3,64	-0,74	0,66	0,69	0,00	9,68	9,71	0,59	1,10	0,19
3690	351,00	175,50	4,83	-0,77	0,68	0,69	-0,03	10,05	10,04	0,64	1,19	-0,02
3796	361,00	180,50	4,40	-0,81	0,68	0,69	-0,05	10,35	10,44	0,70	1,29	0,19
3898	370,00	185,00	5,56	-0,85	0,70	0,69	-0,08	10,65	10,74	0,76	1,38	-0,01
4020	380,00	190,00	6,06	-0,91	0,70	0,69	-0,11	10,95	11,14	0,84	1,49	-0,03
4122	389,00	194,50	6,39	-0,94	0,73	0,70	-0,13	11,25	11,54	0,90	1,58	-0,02
4244	399,00	199,50	6,78	-1,00	0,73	0,70	-0,16	11,65	11,94	0,97	1,70	0,00
4380	408,00	204,00	7,27	-1,05	0,75	0,70	-0,19	12,15	12,44	1,05	1,81	-0,01
4508	418,00	209,00	7,78	-1,10	0,78	0,70	-0,22	12,55	12,94	1,11	1,93	-0,02
4636	427,00	213,50	7,62	-1,14	0,78	0,70	-0,25	13,05	13,34	1,19	2,04	0,13
4776	437,00	218,50	5,40	-1,19	0,80	0,70	-0,28	13,65	13,94	1,32	2,18	0,83
4920	446,00	223,00	6,08	-1,24	0,83	0,70	-0,31	14,25	14,44	1,41	2,32	0,80
5100	456,00	228,00	5,82	-1,31	0,84	0,70	-0,34	15,05	15,14	1,52	2,49	1,03
5284	465,00	232,50	7,46	-1,37	0,87	0,70	-0,38	15,75	15,84	1,63	2,68	0,81
5562	476,00	238,00	7,06	-1,48	0,90	0,70	-0,43	16,75	16,84	1,93	3,00	1,23
5706	455,00	227,50	7,38	-1,57	0,91	0,70	-0,51	17,45	17,44	2,03	3,10	1,25

Specimen HR25-4

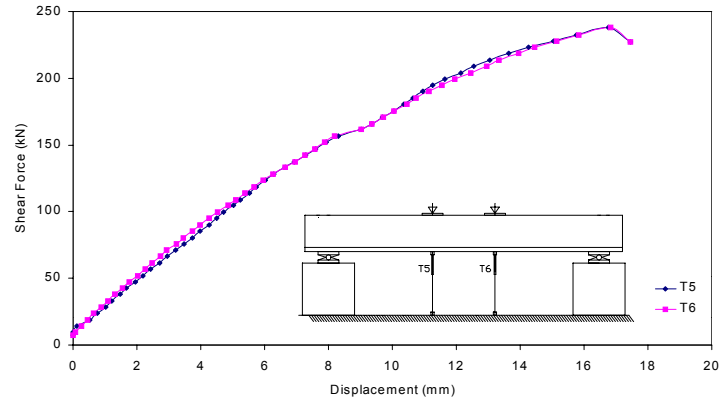
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Longitudinal Reinforcement strain					
				ϵ_{LN15}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LS134}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	14,70	7,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
410	19,00	9,50	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
542	28,50	14,25	-0,05	0,02	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01
650	38,00	19,00	0,05	0,04	0,07	0,02	0,03	0,04	0,02
750	47,60	23,80	0,07	0,05	0,10	0,02	0,04	0,06	0,03
848	57,00	28,50	0,02	0,07	0,15	0,03	0,06	0,08	0,04
938	66,50	33,25	0,10	0,08	0,19	0,05	0,07	0,10	0,05
1024	76,00	38,00	0,05	0,10	0,23	0,05	0,09	0,12	0,05
1106	85,40	42,70	0,02	0,12	0,28	0,06	0,10	0,15	0,06
1190	95,10	47,55	-0,20	0,15	0,33	0,07	0,11	0,18	0,07
1270	104,00	52,00	0,10	0,18	0,38	0,08	0,12	0,22	0,08
1352	114,00	57,00	0,09	0,22	0,43	0,09	0,13	0,27	0,08
1430	123,00	61,50	0,09	0,23	0,45	0,12	0,17	0,29	0,11
1514	133,00	66,50	0,09	0,25	0,50	0,14	0,19	0,32	0,12
1586	142,00	71,00	0,09	0,28	0,55	0,15	0,21	0,36	0,13
1676	152,00	76,00	0,09	0,32	0,63	0,16	0,23	0,41	0,13
1752	161,00	80,50	0,16	0,35	0,69	0,18	0,25	0,44	0,13
1838	171,00	85,50	0,21	0,39	0,77	0,18	0,25	0,48	0,12
1926	180,00	90,00	0,27	0,42	0,82	0,19	0,27	0,53	0,12
2014	190,00	95,00	0,26	0,47	0,88	0,19	0,28	0,58	0,10
2098	199,00	99,50	0,49	0,51	0,94	0,21	0,29	0,61	0,10
2196	209,00	104,50	0,57	0,56	1,01	0,22	0,30	0,66	0,10
2278	218,00	109,00	0,58	0,60	1,07	0,22	0,31	0,70	0,10
2370	228,00	114,00	0,73	0,65	1,13	0,22	0,32	0,75	0,10
2454	237,00	118,50	0,83	0,70	1,18	0,22	0,33	0,80	0,10
2544	247,00	123,50	1,06	0,75	1,24	0,20	0,34	0,85	0,10
2638	256,00	128,00	0,17	0,80	1,31	0,19	0,33	0,92	0,10
2740	266,00	133,00	1,17	0,84	1,36	0,19	0,33	1,00	0,11
2830	275,00	137,50	1,17	0,88	1,40	0,19	0,33	1,06	0,11
2924	285,00	142,50	1,56	0,92	1,43	0,18	0,32	1,10	0,11
3012	294,00	147,00	1,83	0,96	1,44	0,19	0,33	1,14	0,11
3108	304,00	152,00	1,90	1,01	1,48	0,19	0,33	1,17	0,11
3196	313,00	156,50	1,36	1,06	1,53	0,19	0,33	1,21	0,10
3390	323,00	161,50	3,83	1,52	1,63	0,14	0,31	1,24	0,10
3484	332,00	166,00	4,14	1,59	1,69	0,14	0,32	1,28	0,10
3592	342,00	171,00	3,64	1,68	1,74	0,14	0,33	1,32	0,10
3690	351,00	175,50	4,83	1,75	1,79	0,14	0,34	1,35	0,09
3796	361,00	180,50	4,40	1,84	1,85	0,14	0,35	1,39	0,07
3898	370,00	185,00	5,56	1,91	1,90	0,14	0,36	1,42	0,06
4020	380,00	190,00	6,06	2,00	1,96	0,15	0,37	1,47	0,04
4122	389,00	194,50	6,39	2,07	2,02	0,14	0,38	1,51	0,03
4244	399,00	199,50	6,78	2,14	2,06	0,15	0,40	1,55	0,01
4380	408,00	204,00	7,27	2,21	2,12	0,15	0,41	1,66	0,00
4508	418,00	209,00	7,78	2,30	2,18	0,15	0,41	1,75	0,00
4636	427,00	213,50	7,62	2,37	2,24	0,15	0,42	1,85	-0,01
4776	437,00	218,50	5,40	2,45	2,30	0,15	0,43	1,94	-0,01
4920	446,00	223,00	6,08	2,52	2,36	0,15	0,43	2,02	-0,01
5100	456,00	228,00	5,82	2,60	2,44	0,14	0,43	2,12	-0,01
5284	465,00	232,50	7,46	2,67	2,51	0,13	0,43	2,22	0,00
5562	476,00	238,00	7,06	2,76	2,63	0,11	0,41	2,35	-0,01
5706	455,00	227,50	7,38	2,70	2,57	0,10	0,38	2,42	0,38

Specimen HR25-4

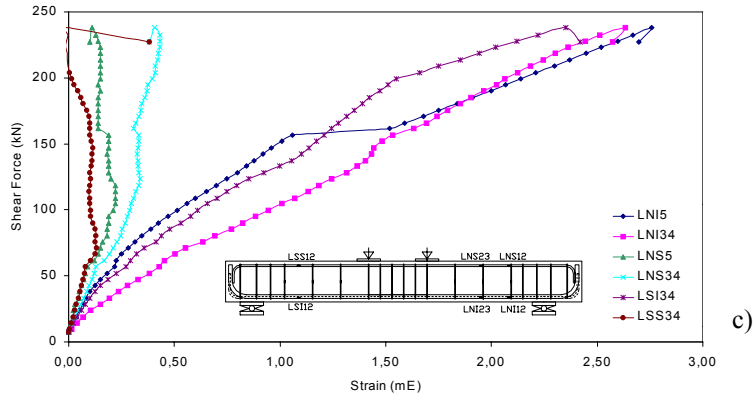
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Transversal reinforcement strain					
				ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	14,70	7,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
410	19,00	9,50	0,07	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
542	28,50	14,25	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
650	38,00	19,00	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
750	47,60	23,80	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
848	57,00	28,50	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
938	66,50	33,25	0,10	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
1024	76,00	38,00	0,05	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02
1106	85,40	42,70	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02
1190	95,10	47,55	-0,20	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03
1270	104,00	52,00	0,10	0,03	0,08	0,01	0,01	0,01	0,03
1352	114,00	57,00	0,09	0,04	0,11	0,02	0,04	0,02	0,04
1430	123,00	61,50	0,09	0,03	0,11	-0,01	0,04	0,03	0,02
1514	133,00	66,50	0,09	0,03	0,14	-0,02	0,07	0,05	0,01
1586	142,00	71,00	0,09	0,06	0,17	-0,02	0,09	0,07	0,01
1676	152,00	76,00	0,09	0,14	0,19	-0,02	0,12	0,10	0,02
1752	161,00	80,50	0,16	0,21	0,22	-0,03	0,15	0,13	0,03
1838	171,00	85,50	0,21	0,32	0,24	-0,02	0,26	0,17	0,06
1926	180,00	90,00	0,27	0,42	0,26	-0,03	0,33	0,22	0,16
2014	190,00	95,00	0,26	0,52	0,29	-0,03	0,38	0,28	0,31
2098	199,00	99,50	0,49	0,66	0,30	-0,05	0,44	0,30	0,39
2196	209,00	104,50	0,57	0,80	0,30	0,00	0,54	0,32	0,50
2278	218,00	109,00	0,58	0,93	0,30	0,02	0,65	0,34	0,58
2370	228,00	114,00	0,73	1,09	0,31	0,04	0,74	0,35	0,69
2454	237,00	118,50	0,83	1,26	0,31	0,08	0,83	0,36	0,78
2544	247,00	123,50	1,06	1,42	0,32	0,22	0,92	0,37	0,85
2638	256,00	128,00	0,17	1,48	0,33	0,37	1,05	0,39	0,92
2740	266,00	133,00	1,17	1,50	0,36	0,54	1,20	0,41	0,97
2830	275,00	137,50	1,17	1,55	0,38	0,69	1,33	0,43	1,04
2924	285,00	142,50	1,56	1,62	0,41	0,84	1,45	0,45	1,12
3012	294,00	147,00	1,83	1,70	0,44	0,95	1,54	0,48	1,21
3108	304,00	152,00	1,90	1,82	0,47	1,07	1,63	0,51	1,32
3196	313,00	156,50	1,36	1,97	0,52	1,15	1,72	0,55	1,42
3390	323,00	161,50	3,83	2,79	1,72	1,19	1,82	0,61	1,51
3484	332,00	166,00	4,14	2,98	1,77	1,22	1,91	0,66	1,58
3592	342,00	171,00	3,64	3,15	1,83	1,25	2,00	0,73	1,66
3690	351,00	175,50	4,83	3,29	1,89	1,28	2,08	0,78	1,75
3796	361,00	180,50	4,40	3,39	1,96	1,32	2,17	0,85	1,84
3898	370,00	185,00	5,56	3,46	2,00	1,35	2,25	0,91	1,92
4020	380,00	190,00	6,06	3,53	2,05	1,40	2,36	0,99	2,01
4122	389,00	194,50	6,39	3,58	2,08	1,44	2,43	1,06	2,08
4244	399,00	199,50	6,78	3,61	2,12	1,48	2,50	1,14	2,14
4380	408,00	204,00	7,27	3,64	2,16	1,54	2,86	1,29	2,16
4508	418,00	209,00	7,78	3,67	2,20	1,60	3,38	1,37	2,18
4636	427,00	213,50	7,62	3,69	2,24	1,66	4,08	1,45	2,20
4776	437,00	218,50	5,40	3,73	2,28	1,73	5,03	1,53	2,22
4920	446,00	223,00	6,08	3,76	2,32	1,81	6,11	1,61	2,24
5100	456,00	228,00	5,82	3,82	2,37	1,92	8,15	1,73	2,27
5284	465,00	232,50	7,46	3,92	2,41	2,04		1,84	2,32
5562	476,00	238,00	7,06	4,23	2,47	2,25		1,97	2,42
5706	455,00	227,50	7,38	4,30	2,46	2,32		2,05	2,64



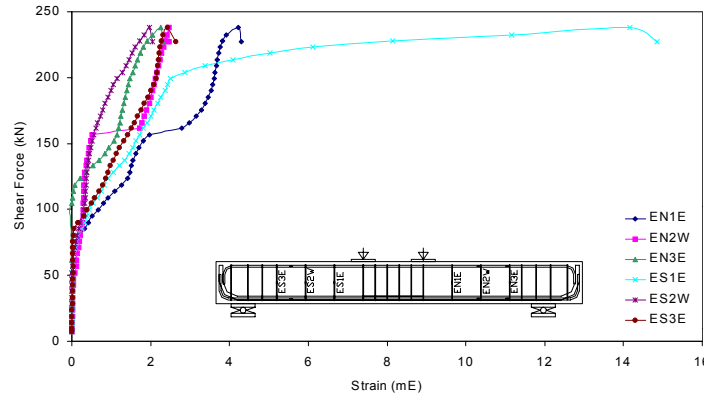
a)



b)



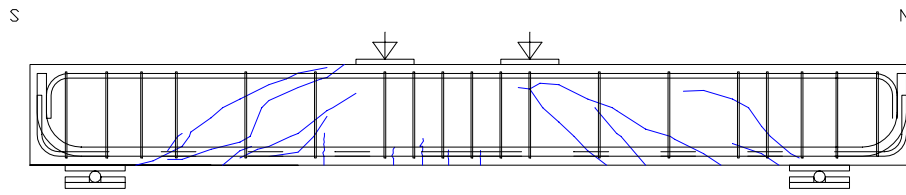
c)



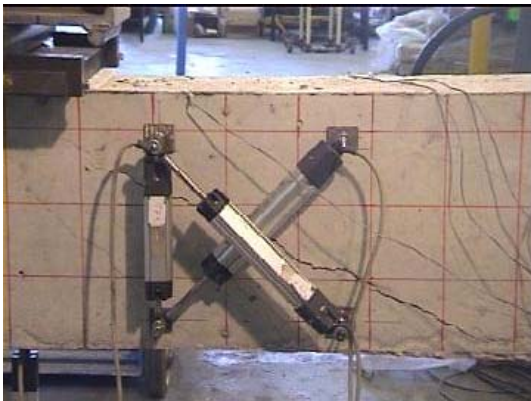
d)

Graphs: a) Shear strain (mE)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mE)-Shear force (kN), d) Strain of stirrups (mE)-Shear force (kN)

Specimen HR25-4- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR50-1

Concrete Properties

$f_c = 41.34$ MPa $f_s = 3.22$ MPa

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500$ MPa
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$
 barras en una línea

Transversal Reinforcement

North side (Failure side) there is not any.

South Side

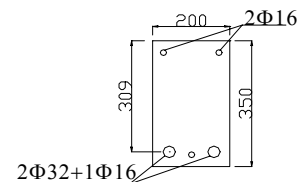
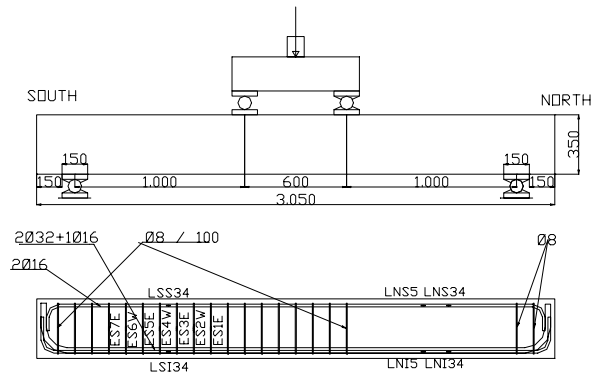
B-500-S $f_y = 556$ Mpa
 $\rho_w = 2.791$ MPa $\text{Ø}8/100$

Cast: November 20, 2001

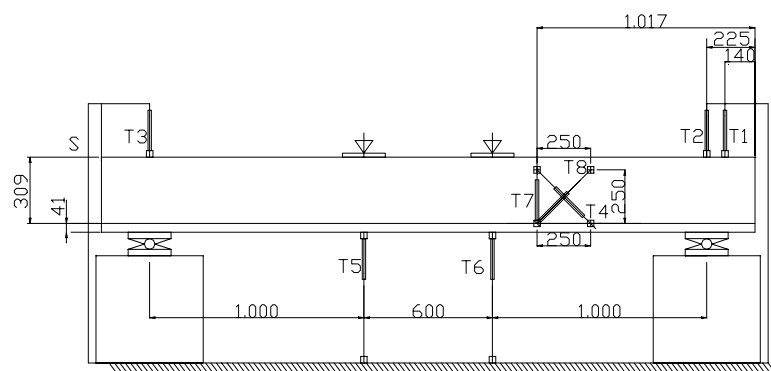
Tested: January 16, 2002

Test duration: 59 min

Test Control: 0.15 mm/min



Summary of Test Observations: This beam had no transversal reinforcement in the north side. Brittle failure happened as was expected. This beam collapsed at 178 kN in the north side, at 89 kN of Shear force. Not one longitudinal reinforcement yielded, neither transversal reinforcement.

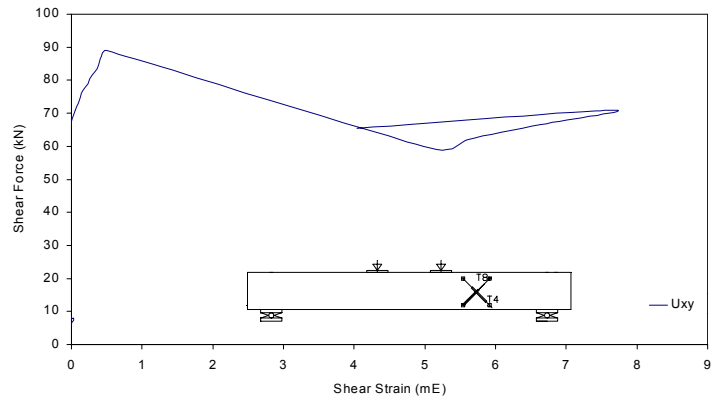


Specimen HR50-1

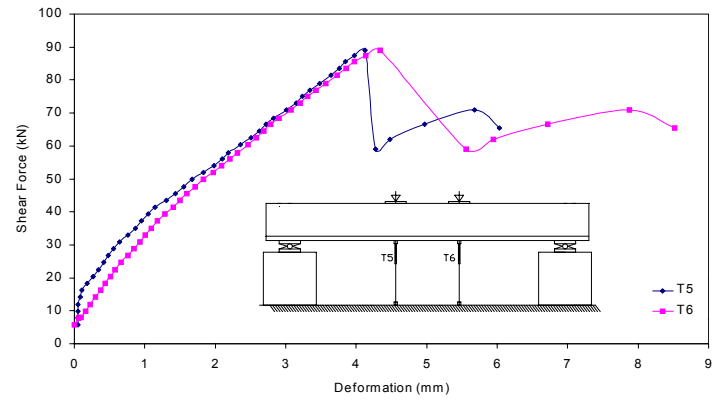
Time	Load	Shear	Shear Str. γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,019	11,40	5,7	-0,01	-0,01	0,01	0,14	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
264	15,40	7,70	0,03	-0,01	0,01	0,17	0,00	0,05	0,06	0,00	0,01
788	15,90	7,95	0,00	0,00	0,02	0,18	0,00	0,05	0,09	0,00	0,00
1000	19,80	9,90	-0,01	0,00	0,02	0,20	0,01	0,05	0,16	0,00	0,00
1120	24,00	12,00	-0,01	0,01	0,03	0,21	0,01	0,06	0,23	0,00	0,00
1212	28,20	14,10	-0,02	0,02	0,03	0,23	0,01	0,08	0,30	0,00	0,00
1294	32,40	16,20	-0,02	0,03	0,04	0,24	0,01	0,11	0,37	0,00	0,00
1364	36,50	18,25	-0,02	0,04	0,04	0,26	0,01	0,18	0,44	0,00	0,01
1434	40,90	20,45	-0,03	0,05	0,04	0,27	0,01	0,27	0,51	0,01	0,01
1498	45,00	22,50	-0,04	0,06	0,04	0,29	0,02	0,35	0,58	0,01	0,01
1562	49,20	24,60	-0,03	0,07	0,04	0,30	0,02	0,41	0,66	0,01	0,01
1622	53,40	26,70	-0,03	0,08	0,04	0,32	0,02	0,48	0,76	0,01	0,01
1682	57,60	28,80	-0,04	0,09	0,04	0,33	0,02	0,56	0,84	0,01	0,01
1742	61,80	30,90	-0,03	0,09	0,04	0,35	0,02	0,65	0,93	0,01	0,01
1800	66,00	33,00	-0,03	0,10	0,04	0,36	0,02	0,76	1,01	0,01	0,01
1860	70,20	35,10	-0,03	0,10	0,04	0,38	0,02	0,86	1,09	0,01	0,01
1920	74,50	37,25	-0,03	0,10	0,05	0,39	0,02	0,96	1,18	0,01	0,01
1982	78,60	39,30	-0,05	0,10	0,05	0,41	0,02	1,05	1,29	0,01	0,01
2044	82,80	41,40	-0,05	0,10	0,05	0,42	0,02	1,15	1,40	0,01	0,01
2108	87,00	43,50	-0,05	0,10	0,05	0,43	0,02	1,31	1,50	0,01	0,01
2170	91,20	45,60	-0,04	0,10	0,05	0,45	0,02	1,44	1,60	0,01	0,01
2236	95,40	47,70	-0,05	0,47	0,05	0,46	0,03	1,55	1,71	0,01	0,01
2302	99,70	49,85	-0,06	0,48	0,05	0,48	0,02	1,67	1,83	0,01	0,01
2370	104,00	52,00	-0,05	0,48	0,05	0,49	0,02	1,83	1,97	0,01	0,01
2436	108,00	54,00	-0,04	0,49	0,05	0,51	0,03	1,98	2,09	0,01	0,01
2498	112,00	56,00	-0,06	0,49	0,05	0,52	0,03	2,10	2,21	0,01	0,01
2556	116,00	58,00	-0,04	0,49	0,05	0,53	0,03	2,19	2,31	0,01	0,02
2632	121,00	60,50	-0,02	0,49	0,07	0,54	0,03	2,36	2,46	0,01	0,02
2692	125,00	62,50	-0,04	0,49	0,09	0,55	0,03	2,51	2,58	0,01	0,02
2750	129,00	64,50	-0,02	0,50	0,11	0,57	0,03	2,62	2,69	0,01	0,02
2808	133,00	66,50	0,00	0,50	0,12	0,58	0,03	2,72	2,79	0,01	0,03
2870	137,00	68,50	0,01	0,50	0,14	0,58	0,03	2,83	2,90	0,01	0,03
2950	142,00	71,00	0,05	0,50	0,16	0,60	0,03	3,01	3,07	0,01	0,04
3014	146,00	73,00	0,09	0,50	0,18	0,61	0,03	3,15	3,20	0,01	0,05
3072	150,00	75,00	0,12	0,49	0,19	0,62	0,03	3,24	3,31	0,02	0,06
3134	154,00	77,00	0,16	0,49	0,20	0,63	0,03	3,34	3,43	0,02	0,07
3202	158,00	79,00	0,24	0,50	0,22	0,64	0,03	3,48	3,57	0,03	0,09
3278	163,00	81,50	0,29	0,49	0,24	0,64	0,03	3,64	3,73	0,04	0,10
3346	167,00	83,50	0,36	0,49	0,25	0,66	0,03	3,76	3,86	0,05	0,12
3408	171,00	85,50	0,40	0,49	0,26	0,66	0,03	3,85	3,97	0,05	0,13
3480	175,00	87,50	0,42	0,49	0,29	0,68	0,03	3,97	4,14	0,06	0,14
3560	178,00	89,00	0,50	0,48	0,30	0,69	0,03	4,13	4,34	0,07	0,15
3636	118,00	59,00	5,16	0,61	0,28	0,67	1,40	4,28	5,56	2,61	2,69
3780	124,00	62,00	5,60	0,59	0,27	0,67	1,71	4,48	5,95	3,01	3,11
4080	133,00	66,50	6,64	0,51	0,27	0,69	2,30	4,97	6,72	3,78	3,96
4510	142,00	71,00	7,64	0,33	0,27	0,71	3,57	5,68	7,88	4,97	5,48
4668	131,00	65,50	4,04	0,33	0,27	0,70	5,50	6,03	8,52	5,99	6,51

Time	Load	Shear	Shear	Longitudinal Reinforcement Strain					
			Strain. γ_{xy}	ϵ_{LNI5}	ϵ_{LNI34}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LSI34}	ϵ_{LSS34}
Seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	11,40	5,70	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
264	15,40	7,70	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
788	15,90	7,95	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
1000	19,80	9,90	-0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00
1120	24,00	12,00	-0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,03	0,01
1212	28,20	14,10	-0,02	0,03	0,04	0,00	0,01	0,04	0,01
1294	32,40	16,20	-0,02	0,04	0,05	0,00	0,01	0,05	0,01
1364	36,50	18,25	-0,02	0,04	0,05	0,01	0,02	0,06	0,02
1434	40,90	20,45	-0,03	0,05	0,06	0,01	0,02	0,07	0,02
1498	45,00	22,50	-0,04	0,05	0,07	0,01	0,03	0,08	0,03
1562	49,20	24,60	-0,03	0,06	0,08	0,02	0,03	0,08	0,04
1622	53,40	26,70	-0,03	0,07	0,09	0,02	0,04	0,09	0,04
1682	57,60	28,80	-0,04	0,07	0,10	0,02	0,05	0,10	0,04
1742	61,80	30,90	-0,03	0,08	0,11	0,03	0,05	0,11	0,05
1800	66,00	33,00	-0,03	0,08	0,12	0,03	0,06	0,11	0,06
1860	70,20	35,10	-0,03	0,09	0,13	0,04	0,07	0,12	0,07
1920	74,50	37,25	-0,03	0,09	0,14	0,04	0,08	0,13	0,07
1982	78,60	39,30	-0,05	0,10	0,15	0,05	0,08	0,14	0,08
2044	82,80	41,40	-0,05	0,11	0,17	0,05	0,09	0,16	0,09
2108	87,00	43,50	-0,05	0,12	0,18	0,06	0,10	0,17	0,09
2170	91,20	45,60	-0,04	0,13	0,19	0,06	0,11	0,19	0,10
2236	95,40	47,70	-0,05	0,14	0,22	0,06	0,11	0,21	0,10
2302	99,70	49,85	-0,06	0,16	0,24	0,07	0,12	0,24	0,11
2370	104,00	52,00	-0,05	0,17	0,27	0,07	0,13	0,28	0,11
2436	108,00	54,00	-0,04	0,19	0,29	0,07	0,13	0,31	0,11
2498	112,00	56,00	-0,06	0,20	0,30	0,07	0,14	0,33	0,12
2556	116,00	58,00	-0,04	0,21	0,33	0,08	0,15	0,36	0,12
2632	121,00	60,50	-0,02	0,23	0,36	0,08	0,16	0,40	0,13
2692	125,00	62,50	-0,04	0,24	0,38	0,08	0,16	0,43	0,13
2750	129,00	64,50	-0,02	0,26	0,40	0,09	0,17	0,46	0,14
2808	133,00	66,50	0,00	0,28	0,42	0,09	0,17	0,48	0,14
2870	137,00	68,50	0,01	0,30	0,45	0,09	0,18	0,52	0,15
2950	142,00	71,00	0,05	0,33	0,50	0,09	0,19	0,55	0,15
3014	146,00	73,00	0,09	0,36	0,55	0,09	0,19	0,58	0,15
3072	150,00	75,00	0,12	0,38	0,59	0,09	0,19	0,60	0,15
3134	154,00	77,00	0,16	0,40	0,62	0,09	0,19	0,63	0,16
3202	158,00	79,00	0,24	0,42	0,64	0,09	0,20	0,65	0,15
3278	163,00	81,50	0,29	0,46	0,67	0,10	0,20	0,68	0,15
3346	167,00	83,50	0,36	0,51	0,70	0,10	0,21	0,71	0,16
3408	171,00	85,50	0,40	0,54	0,72	0,10	0,22	0,73	0,16
3480	175,00	87,50	0,42	0,64	0,75	0,09	0,23	0,75	0,16
3560	178,00	89,00	0,50	0,82	0,80	0,08	0,22	0,76	0,17
3636	118,00	59,00	5,16	1,12	0,68	0,00	-0,11	0,58	0,11
3780	124,00	62,00	5,60	1,16	0,71	0,00	-0,18	0,59	0,11
4080	133,00	66,50	6,64	1,20	0,73	0,00	-0,26	0,61	0,12
4510	142,00	71,00	7,64	1,30	0,79	0,00	-0,42	0,64	0,14
4668	131,00	65,50	4,04	1,34	1,11	0,00	-0,49	0,61	0,12

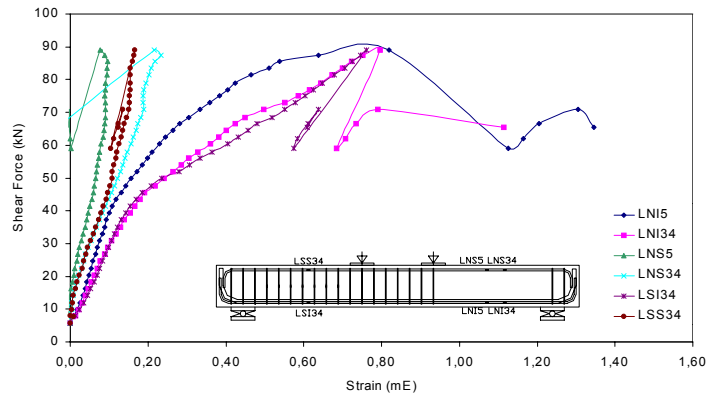
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Transversal Reinforcement Strain						
				ϵ_{ES1E} mε	ϵ_{ES2W} mε	ϵ_{ES3E} mε	ϵ_{ES4W} mε	ϵ_{ES5E} mε	ϵ_{ES6W} mε	ϵ_{ES7E} mε
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	11,40	5,70	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
264	15,40	7,70	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
788	15,90	7,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
1000	19,80	9,90	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1120	24,00	12,00	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1212	28,20	14,10	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1294	32,40	16,20	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1364	36,50	18,25	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
1434	40,90	20,45	-0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
1498	45,00	22,50	-0,04	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
1562	49,20	24,60	-0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
1622	53,40	26,70	-0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
1682	57,60	28,80	-0,04	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
1742	61,80	30,90	-0,03	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
1800	66,00	33,00	-0,03	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
1860	70,20	35,10	-0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
1920	74,50	37,25	-0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
1982	78,60	39,30	-0,05	-0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
2044	82,80	41,40	-0,05	-0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
2108	87,00	43,50	-0,05	-0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
2170	91,20	45,60	-0,04	-0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
2236	95,40	47,70	-0,05	-0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
2302	99,70	49,85	-0,06	-0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01
2370	104,00	52,00	-0,05	-0,01	0,01	0,08	0,02	0,02	0,03	0,01
2436	108,00	54,00	-0,04	-0,01	0,00	0,09	0,02	0,03	0,03	0,01
2498	112,00	56,00	-0,06	-0,01	0,00	0,11	0,02	0,03	0,03	0,01
2556	116,00	58,00	-0,04	0,00	0,00	0,13	0,02	0,03	0,03	0,01
2632	121,00	60,50	-0,02	0,00	0,00	0,14	0,02	0,04	0,03	0,01
2692	125,00	62,50	-0,04	0,00	-0,01	0,16	0,02	0,05	0,03	0,01
2750	129,00	64,50	-0,02	0,00	-0,01	0,18	0,02	0,06	0,03	0,01
2808	133,00	66,50	0,00	0,00	-0,01	0,20	0,02	0,07	0,03	0,01
2870	137,00	68,50	0,01	0,00	-0,02	0,21	0,01	0,09	0,03	0,01
2950	142,00	71,00	0,05	0,01	-0,02	0,24	0,01	0,11	0,03	0,01
3014	146,00	73,00	0,09	0,01	-0,02	0,27	0,01	0,14	0,03	0,02
3072	150,00	75,00	0,12	0,02	-0,02	0,29	0,01	0,18	0,04	0,02
3134	154,00	77,00	0,16	0,02	-0,02	0,32	0,01	0,25	0,03	0,02
3202	158,00	79,00	0,24	0,02	-0,02	0,35	0,01	0,36	0,03	0,02
3278	163,00	81,50	0,29	0,02	-0,02	0,39	0,01	0,40	0,02	0,03
3346	167,00	83,50	0,36	0,02	-0,02	0,42	0,01	0,45	0,02	0,03
3408	171,00	85,50	0,40	0,02	-0,02	0,44	0,01	0,49	0,02	0,02
3480	175,00	87,50	0,42	0,02	-0,02	0,45	0,01	0,54	0,02	0,02
3560	178,00	89,00	0,50	0,02	-0,02	0,47	0,02	0,57	0,02	0,02
3636	118,00	59,00	5,16	0,02	0,00	0,38	0,02	0,44	0,01	0,03
3780	124,00	62,00	5,60	0,02	0,00	0,38	0,02	0,44	0,01	0,03
4080	133,00	66,50	6,64	0,02	0,01	0,39	0,02	0,45	0,01	0,03
4510	142,00	71,00	7,64	0,02	0,01	0,37	0,02	0,46	0,02	0,03
4668	131,00	65,50	4,04	0,02	0,01	0,36	0,02	0,45	0,01	0,03



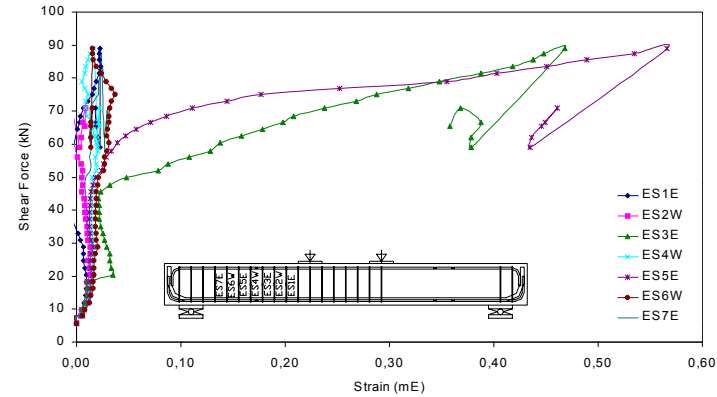
a)



b)



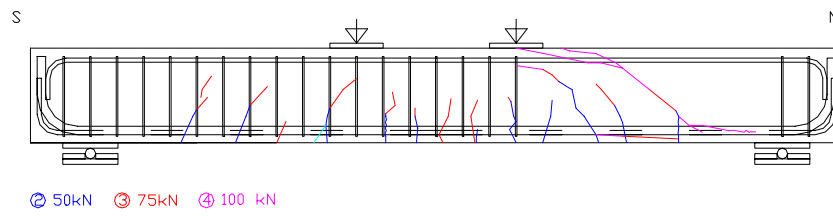
c)



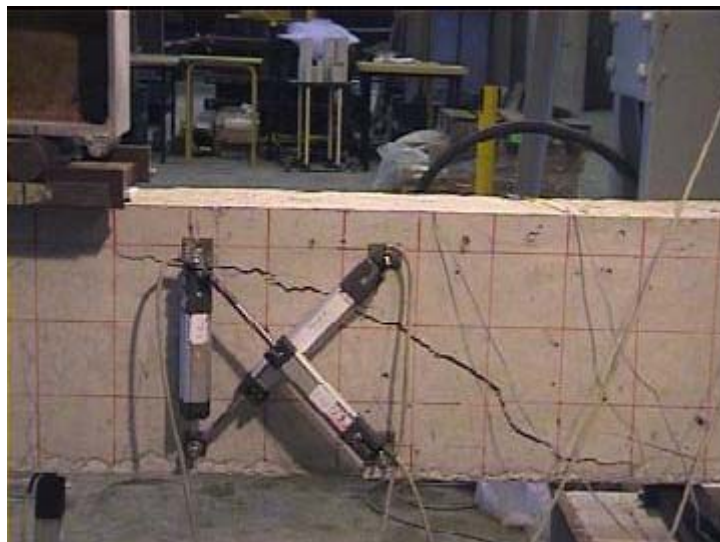
d)

Graphs: a) Shear strain (mε)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), d) Strain of stirrups (mε)-Shear force (kN)

Specimen HR50-1- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR50-2

Concrete Properties

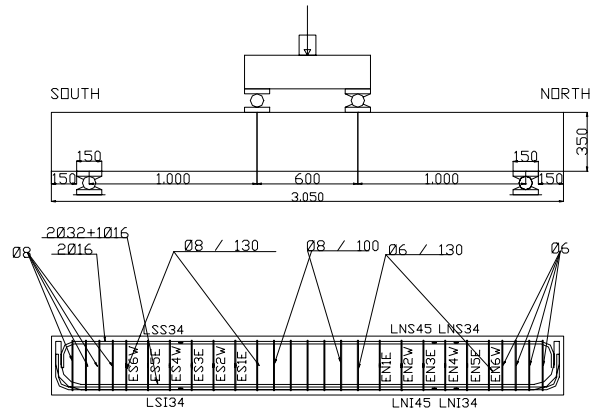
$f_c = 41.34 \text{ MPa}$ $f_s = 3.22 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$
 barras en una línea

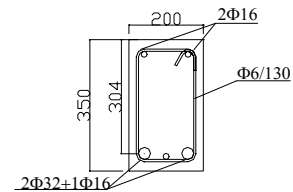
Transversal reinforcement

North side-Failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.180 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/130 \text{ mm}$



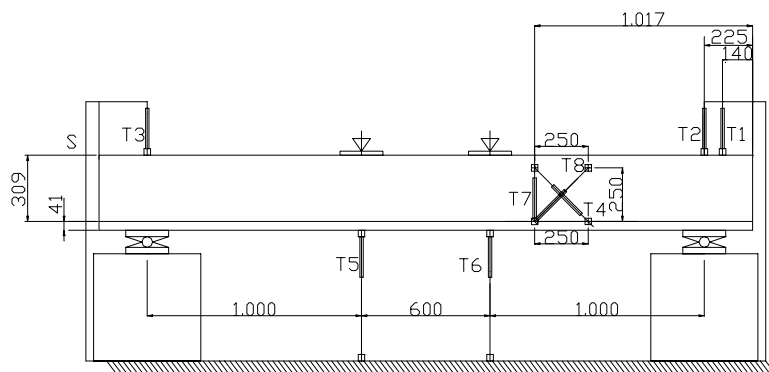
South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 2.146 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/130 \text{ mm}$



Cast: Nov 20, 2001
 Tested: Jan 17, 2002
 Test duration: 68 min
 Test control: 0.30 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 220 kN. The crack force was around 79 kN, and one stirrup yielded at 176 kN in the north side, in the failure side.



Specimen HR50-2

Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	11,70	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
390	17,60	8,8	0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,10	0,11	0,01	0,01
490	26,30	13,15	0,01	0,07	0,08	0,05	0,01	0,26	0,26	0,01	0,01
568	35,20	17,60	0,01	0,10	0,12	0,07	0,01	0,39	0,42	0,01	0,01
638	44,00	22,00	0,02	0,12	0,14	0,11	0,01	0,51	0,60	0,01	0,01
704	52,90	26,45	0,02	0,13	0,17	0,13	0,01	0,66	0,77	0,01	0,02
766	61,60	30,80	0,02	0,14	0,20	0,16	0,01	0,85	0,94	0,01	0,02
828	70,40	35,20	0,02	0,15	0,22	0,19	0,01	1,00	1,15	0,01	0,02
894	79,20	39,60	0,01	0,15	0,24	0,21	0,01	1,19	1,36	0,01	0,02
960	88,10	44,05	0,04	0,15	0,26	0,24	0,01	1,45	1,58	0,01	0,02
1022	96,80	48,40	0,04	0,15	0,28	0,27	0,01	1,62	1,80	0,01	0,02
1084	105,00	52,50	0,06	0,15	0,30	0,29	0,01	1,87	1,98	0,01	0,03
1148	114,00	57,00	0,06	0,14	0,32	0,32	0,02	2,10	2,20	0,01	0,03
1212	123,00	61,50	0,06	0,14	0,34	0,35	0,02	2,31	2,41	0,01	0,03
1270	132,00	66,00	0,07	0,13	0,35	0,37	0,02	2,57	2,60	0,01	0,04
1338	141,00	70,50	0,16	0,12	0,37	0,40	0,02	2,78	2,84	0,02	0,06
1406	150,00	75,00	0,23	0,11	0,39	0,43	0,02	3,08	3,06	0,03	0,08
1462	158,00	79,00	0,27	0,09	0,41	0,45	0,02	3,26	3,25	0,03	0,09
1528	167,00	83,50	0,37	0,08	0,42	0,48	0,02	3,50	3,49	0,04	0,11
1594	176,00	88,00	0,46	0,07	0,43	0,50	0,02	3,75	3,70	0,05	0,13
1658	185,00	92,50	0,56	0,05	0,45	0,52	0,02	3,95	3,94	0,06	0,16
1734	194,00	97,00	0,73	0,03	0,46	0,55	0,02	4,24	4,19	0,07	0,20
1800	202,00	101,00	0,85	0,02	0,47	0,57	0,02	4,44	4,42	0,08	0,23
1866	211,00	105,50	0,96	0,01	0,49	0,59	0,02	4,68	4,67	0,08	0,26
1938	220,00	110,00	1,09	-0,01	0,50	0,61	0,02	4,92	4,94	0,09	0,29
2006	229,00	114,50	1,25	-0,03	0,52	0,63	0,02	5,13	5,22	0,11	0,33
2082	238,00	119,00	1,47	-0,05	0,52	0,65	0,02	5,43	5,51	0,15	0,38
2146	246,00	123,00	1,66	-0,06	0,54	0,66	0,02	5,62	5,78	0,18	0,43
2222	255,00	127,50	1,84	-0,08	0,55	0,68	0,02	5,92	6,08	0,21	0,48
2296	264,00	132,00	2,02	-0,10	0,56	0,70	0,01	6,15	6,38	0,24	0,52
2366	273,00	136,50	2,21	-0,12	0,56	0,72	0,01	6,44	6,65	0,27	0,57
2442	282,00	141,00	2,39	-0,14	0,58	0,73	0,01	6,70	6,97	0,31	0,61
2506	290,00	145,00	2,55	-0,15	0,59	0,75	0,01	6,97	7,21	0,34	0,65
2586	299,00	149,50	2,77	-0,18	0,59	0,76	0,01	7,28	7,53	0,38	0,70
2660	308,00	154,00	3,00	-0,19	0,61	0,78	0,01	7,64	7,80	0,42	0,76
2736	317,00	158,50	3,23	-0,21	0,61	0,79	0,00	7,96	8,09	0,46	0,81
2818	326,00	163,00	3,48	-0,23	0,62	0,81	0,00	8,36	8,37	0,51	0,88
2888	334,00	167,00	3,73	-0,25	0,63	0,83	0,00	8,72	8,63	0,56	0,93
2974	343,00	171,50	4,00	-0,27	0,63	0,84	0,00	9,06	8,93	0,61	1,00
3058	352,00	176,00	4,24	-0,29	0,64	0,86	0,00	9,44	9,25	0,65	1,06
3142	361,00	180,50	4,53	-0,32	0,64	0,87	0,00	9,75	9,56	0,70	1,13
3230	370,00	185,00	4,81	-0,34	0,66	0,89	0,00	10,06	9,90	0,74	1,20
3302	378,00	189,00	5,02	-0,35	0,67	0,91	0,00	10,36	10,20	0,78	1,25
3388	387,00	193,50	5,30	-0,37	0,67	0,93	-0,01	10,66	10,50	0,83	1,32
3482	396,00	198,00	5,62	-0,40	0,68	0,94	-0,01	11,06	11,00	0,90	1,40
3576	405,00	202,50	5,98	-0,41	0,69	0,97	0,00	11,36	11,40	0,97	1,49
3674	414,00	207,00	6,34	-0,43	0,69	0,99	0,00	11,76	11,80	1,06	1,58
3768	422,00	211,00	6,70	-0,45	0,70	1,01	0,02	12,26	12,20	1,18	1,70
3900	431,00	215,50	7,14	-0,47	0,71	1,04	0,16	12,86	12,80	1,47	1,94
4046	440,00	220,00	7,48	-0,49	0,72	1,07	0,36	13,66	13,50	1,85	2,23
4096	374,00	187,00	5,59	-0,42	0,72	1,07	1,45	14,86	13,80	2,79	2,85

Specimen HR50-2

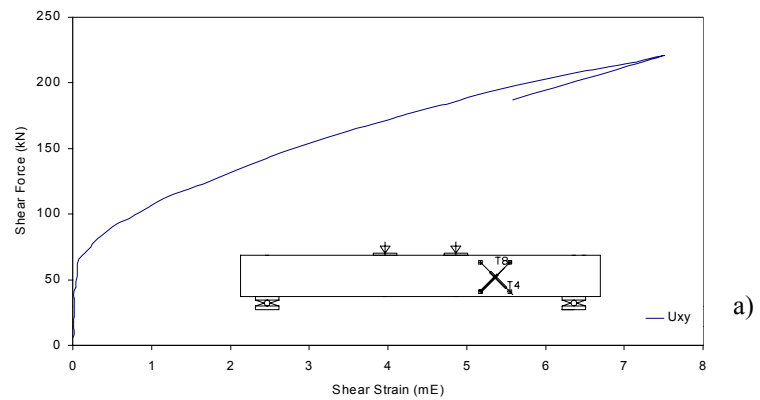
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Longitudinal Reinforcement strain					
				ϵ_{LN15} mε	ϵ_{LN134} mε	ϵ_{LNS5} mε	ϵ_{LNS34} mε	ϵ_{LS134} mε	ϵ_{LSS34} mε
0	11,70	5,85	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
390	17,60	8,80	0,02	0,011	0,009	0,005	0,008	0,015	0,003
490	26,30	13,15	0,01	0,021	0,016	0,019	0,026	0,023	0,025
568	35,20	17,60	0,01	0,042	0,031	0,024	0,033	0,041	0,028
638	44,00	22,00	0,02	0,062	0,042	0,034	0,048	0,054	0,042
704	52,90	26,45	0,02	0,083	0,054	0,044	0,061	0,069	0,050
766	61,60	30,80	0,02	0,104	0,068	0,053	0,073	0,084	0,063
828	70,40	35,20	0,02	0,129	0,086	0,060	0,084	0,105	0,075
894	79,20	39,60	0,01	0,151	0,102	0,071	0,100	0,120	0,091
960	88,10	44,05	0,04	0,173	0,116	0,082	0,115	0,147	0,106
1022	96,80	48,40	0,04	0,201	0,137	0,092	0,128	0,174	0,113
1084	105,00	52,50	0,06	0,237	0,158	0,102	0,141	0,204	0,125
1148	114,00	57,00	0,06	0,286	0,180	0,111	0,158	0,247	0,138
1212	123,00	61,50	0,06	0,326	0,202	0,115	0,169	0,308	0,144
1270	132,00	66,00	0,07	0,361	0,221	0,135	0,183	0,340	0,162
1338	141,00	70,50	0,16	0,422	0,271	0,135	0,196	0,388	0,174
1406	150,00	75,00	0,23	0,493	0,333	0,145	0,202	0,441	0,176
1462	158,00	79,00	0,27	0,541	0,384	0,145	0,204	0,481	0,183
1528	167,00	83,50	0,37	0,590	0,434	0,155	0,215	0,517	0,211
1594	176,00	88,00	0,46	0,645	0,494	0,165	0,221	0,562	0,226
1658	185,00	92,50	0,56	0,697	0,544	0,165	0,227	0,613	0,237
1734	194,00	97,00	0,73	0,777	0,634	0,165	0,224	0,659	0,249
1800	202,00	101,00	0,85	0,827	0,694	0,175	0,233	0,709	0,256
1866	211,00	105,50	0,96	0,877	0,754	0,175	0,238	0,759	0,256
1938	220,00	110,00	1,09	0,917	0,804	0,195	0,256	0,812	0,266
2006	229,00	114,50	1,25	0,947	0,844	0,215	0,284	0,859	0,275
2082	238,00	119,00	1,47	0,987	0,884	0,265	0,331	0,891	0,312
2146	246,00	123,00	1,66	1,007	0,924	0,285	0,359	0,920	0,334
2222	255,00	127,50	1,84	1,047	0,974	0,305	0,379	0,960	0,352
2296	264,00	132,00	2,02	1,097	1,034	0,305	0,387	0,990	0,363
2366	273,00	136,50	2,21	1,137	1,084	0,325	0,402	1,030	0,381
2442	282,00	141,00	2,39	1,187	1,134	0,325	0,412	1,060	0,393
2506	290,00	145,00	2,55	1,237	1,184	0,335	0,419	1,090	0,399
2586	299,00	149,50	2,77	1,287	1,244	0,345	0,430	1,130	0,409
2660	308,00	154,00	3,00	1,337	1,294	0,345	0,439	1,160	0,414
2736	317,00	158,50	3,23	1,377	1,344	0,355	0,447	1,190	0,419
2818	326,00	163,00	3,48	1,427	1,394	0,355	0,456	1,230	0,424
2888	334,00	167,00	3,73	1,477	1,444	0,355	0,458	1,270	0,418
2974	343,00	171,50	4,00	1,527	1,504	0,365	0,468	1,330	0,431
3058	352,00	176,00	4,24	1,567	1,554	0,375	0,481	1,380	0,442
3142	361,00	180,50	4,53	1,617	1,604	0,385	0,488	1,450	0,448
3230	370,00	185,00	4,81	1,667	1,654	0,385	0,500	1,510	0,461
3302	378,00	189,00	5,02	1,717	1,694	0,395	0,508	1,560	0,469
3388	387,00	193,50	5,30	1,777	1,754	0,395	0,511	1,620	0,473
3482	396,00	198,00	5,62	1,837	1,814	0,405	0,518	1,690	0,481
3576	405,00	202,50	5,98	1,897	1,884	0,415	0,532	1,750	0,495
3674	414,00	207,00	6,34	1,967	1,954	0,415	0,541	1,810	0,504
3768	422,00	211,00	6,70	2,027	2,024	0,425	0,550	1,870	0,511
3900	431,00	215,50	7,14	2,117	2,124	0,425	0,564	1,940	0,523
4046	440,00	220,00	7,48	2,237	2,254	0,435	0,574	2,000	0,530
4096	374,00	187,00	5,59	2,197	2,274	0,525	0,597	1,820	0,482

Specimen HR50-2

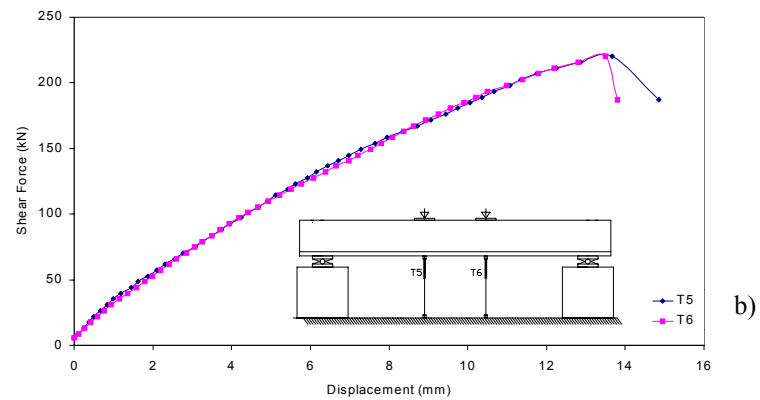
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	North Transversal reinforcement Strain (failure)					
				ϵ_{EN1E} mε	ϵ_{EN2W} mε	ϵ_{EN3E} mε	ϵ_{EN4W} mε	ϵ_{EN5E} mε	ϵ_{EN6W} mε
0	11,70	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
390	17,60	8,80	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
490	26,30	13,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00
568	35,20	17,60	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
638	44,00	22,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
704	52,90	26,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
766	61,60	30,80	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
828	70,40	35,20	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
894	79,20	39,60	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
960	88,10	44,05	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1022	96,80	48,40	0,04	-0,01	-0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
1084	105,00	52,50	0,06	-0,01	-0,02	0,02	0,00	0,00	0,01
1148	114,00	57,00	0,06	-0,01	-0,02	0,03	0,00	0,00	0,01
1212	123,00	61,50	0,06	-0,01	-0,01	0,04	0,00	0,01	0,01
1270	132,00	66,00	0,07	-0,01	-0,02	0,04	0,00	0,01	0,01
1338	141,00	70,50	0,16	0,04	-0,01	0,05	0,00	0,01	0,02
1406	150,00	75,00	0,23	0,06	0,00	0,07	0,00	0,02	0,02
1462	158,00	79,00	0,27	0,08	0,01	0,11	0,00	0,02	0,03
1528	167,00	83,50	0,37	0,08	0,02	0,15	0,00	0,02	0,02
1594	176,00	88,00	0,46	0,09	0,02	0,22	0,00	0,01	0,03
1658	185,00	92,50	0,56	0,10	0,03	0,29	0,00	0,01	0,03
1734	194,00	97,00	0,73	0,11	0,04	0,41	0,00	0,01	0,04
1800	202,00	101,00	0,85	0,11	0,04	0,49	0,00	0,01	0,04
1866	211,00	105,50	0,96	0,12	0,05	0,57	0,00	0,01	0,04
1938	220,00	110,00	1,09	0,12	0,05	0,65	0,00	0,00	0,04
2006	229,00	114,50	1,25	0,10	0,05	0,71	0,00	-0,02	0,03
2082	238,00	119,00	1,47	0,10	0,19	0,74	0,00	-0,06	0,00
2146	246,00	123,00	1,66	0,15	0,29	0,78	0,00	-0,07	-0,02
2222	255,00	127,50	1,84	0,20	0,36	0,86	0,00	-0,08	-0,02
2296	264,00	132,00	2,02	0,28	0,44	0,96	0,00	-0,07	-0,01
2366	273,00	136,50	2,21	0,33	0,51	1,06	0,00	-0,07	-0,02
2442	282,00	141,00	2,39	0,41	0,58	1,17	0,00	-0,06	-0,01
2506	290,00	145,00	2,55	0,47	0,66	1,26	0,00	-0,04	-0,01
2586	299,00	149,50	2,77	0,55	0,74	1,43	0,00	0,02	0,00
2660	308,00	154,00	3,00	0,63	0,83	1,63	0,00	0,09	0,00
2736	317,00	158,50	3,23	0,71	0,92	1,85	0,00	0,15	0,01
2818	326,00	163,00	3,48	0,80	1,02	2,11	0,00	0,21	0,01
2888	334,00	167,00	3,73	0,88	1,12	2,33	0,00	0,27	0,03
2974	343,00	171,50	4,00	0,97	1,24	2,53	0,00	0,32	0,03
3058	352,00	176,00	4,24	1,07	1,34	2,71	0,00	0,37	0,03
3142	361,00	180,50	4,53	1,16	1,44	2,88	0,00	0,42	0,04
3230	370,00	185,00	4,81	1,24	1,56	3,08	0,00	0,46	0,05
3302	378,00	189,00	5,02	1,32	1,67	3,40	0,00	0,50	0,05
3388	387,00	193,50	5,30	1,42	1,79	3,82	0,00	0,54	0,07
3482	396,00	198,00	5,62	1,53	1,89	4,30	0,00	0,58	0,08
3576	405,00	202,50	5,98	1,65	1,97	5,05	0,00	0,61	0,09
3674	414,00	207,00	6,34	1,77	2,07	6,35	0,00	0,63	0,10
3768	422,00	211,00	6,70	1,88	2,15	8,61	0,00	0,67	0,11
3900	431,00	215,50	7,14	2,02	2,25		0,00	0,74	0,12
4046	440,00	220,00	7,48	2,11	2,37		1,00	0,80	0,14
4096	374,00	187,00	5,59	1,94	2,48		0,08	0,88	0,29

Specimen HR50-2

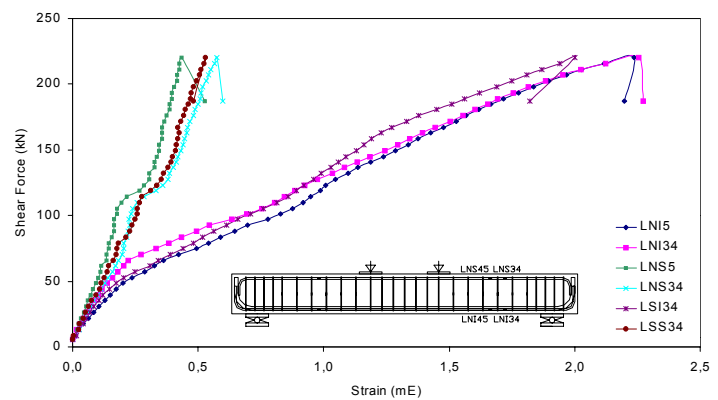
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain. γ_{xv} mε	South Transversal Reinforcement Strain					
				ϵ_{ES1E} mε	ϵ_{ES2W} mε	ϵ_{ES3E} mε	ϵ_{ES4W} mε	ϵ_{ES5E} mε	ϵ_{ES6W} mε
0	11,70	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
390	17,60	8,80	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	3,47	0,01
490	26,30	13,15	0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	3,88	0,00
568	35,20	17,60	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	3,87	0,00
638	44,00	22,00	0,02	-0,01	0,00	0,00	0,00	3,87	0,00
704	52,90	26,45	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	3,87	0,00
766	61,60	30,80	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	3,87	0,00
828	70,40	35,20	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	3,87	0,01
894	79,20	39,60	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	3,87	0,00
960	88,10	44,05	0,04	0,01	0,04	0,02	0,01	3,87	0,00
1022	96,80	48,40	0,04	0,02	0,05	0,02	0,01	3,87	0,01
1084	105,00	52,50	0,06	0,03	0,07	0,03	0,02	3,86	0,01
1148	114,00	57,00	0,06	0,04	0,09	0,04	0,02	3,86	0,01
1212	123,00	61,50	0,06	0,05	0,11	0,08	0,02	3,86	0,01
1270	132,00	66,00	0,07	0,06	0,12	0,11	0,02	3,86	0,01
1338	141,00	70,50	0,16	0,08	0,15	0,13	0,01	3,86	0,01
1406	150,00	75,00	0,23	0,12	0,23	0,17	0,02	3,85	0,02
1462	158,00	79,00	0,27	0,15	0,31	0,20	0,02	3,85	0,02
1528	167,00	83,50	0,37	0,16	0,37	0,21	0,01	3,83	0,01
1594	176,00	88,00	0,46	0,18	0,43	0,24	0,01	3,82	0,01
1658	185,00	92,50	0,56	0,22	0,49	0,27	0,04	3,81	0,01
1734	194,00	97,00	0,73	0,26	0,57	0,29	0,08	3,78	0,01
1800	202,00	101,00	0,85	0,29	0,64	0,33	0,13	3,74	0,01
1866	211,00	105,50	0,96	0,34	0,74	0,37	0,18	3,71	0,02
1938	220,00	110,00	1,09	0,38	0,82	0,40	0,26	3,70	0,01
2006	229,00	114,50	1,25	0,42	0,89	0,42	0,32	3,69	0,00
2082	238,00	119,00	1,47	0,46	0,94	0,43	0,36	3,69	-0,03
2146	246,00	123,00	1,66	0,50	0,98	0,47	0,41	3,62	-0,03
2222	255,00	127,50	1,84	0,56	1,02	0,53	0,46	3,38	-0,03
2296	264,00	132,00	2,02	0,64	1,07	0,58	0,51	3,23	-0,03
2366	273,00	136,50	2,21	0,71	1,10	0,64	0,55	3,10	-0,02
2442	282,00	141,00	2,39	0,79	1,14	0,72	0,62	2,99	0,01
2506	290,00	145,00	2,55	0,85	1,17	0,80	0,68	2,90	0,04
2586	299,00	149,50	2,77	0,92	1,22	0,89	0,75	2,78	0,10
2660	308,00	154,00	3,00	0,98	1,28	0,97	0,81	2,69	0,14
2736	317,00	158,50	3,23	1,05	1,33	1,04	0,88	2,62	0,17
2818	326,00	163,00	3,48	1,12	1,39	1,12	0,96	2,53	0,20
2888	334,00	167,00	3,73	1,18	1,47	1,23	1,05	2,45	0,23
2974	343,00	171,50	4,00	1,25	1,57	1,38	1,18	2,39	0,25
3058	352,00	176,00	4,24	1,32	1,69	1,52	1,32	2,30	0,27
3142	361,00	180,50	4,53	1,40	1,80	1,61	1,42	2,21	0,29
3230	370,00	185,00	4,81	1,46	1,88	1,69	1,50	2,12	0,30
3302	378,00	189,00	5,02	1,51	1,94	1,78	1,57	2,06	0,32
3388	387,00	193,50	5,30	1,57	2,02	1,88	1,66	1,98	0,34
3482	396,00	198,00	5,62	1,63	2,11	1,97	1,75	1,89	0,36
3576	405,00	202,50	5,98	1,68	2,18	2,07	1,83	1,82	0,38
3674	414,00	207,00	6,34	1,73	2,26	2,15	1,91	1,75	0,40
3768	422,00	211,00	6,70	1,78	2,32	2,24	1,98	1,69	0,42
3900	431,00	215,50	7,14	1,84	2,39	2,34	2,06	1,61	0,44
4046	440,00	220,00	7,48	1,89	2,47	2,46	2,13	1,52	0,47
4096	374,00	187,00	5,59	1,71	2,35	2,24	2,11	1,75	0,47



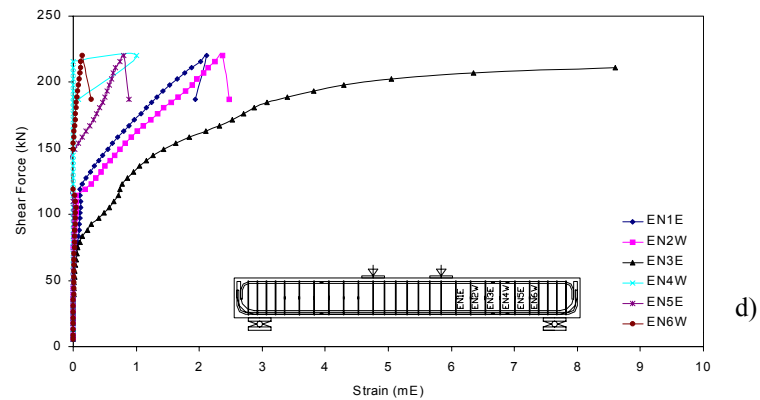
a)



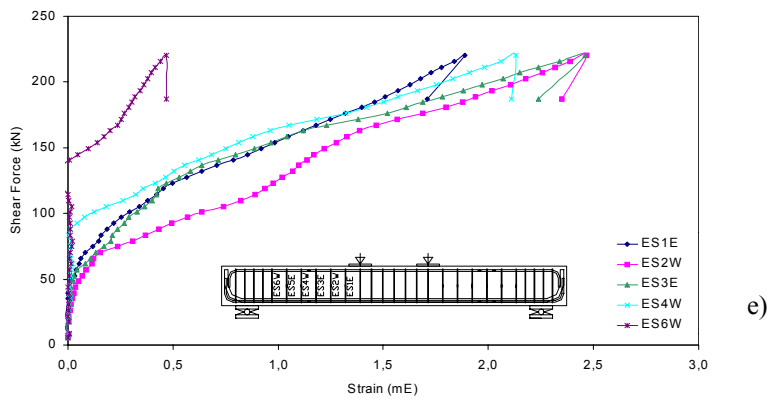
b)



c)

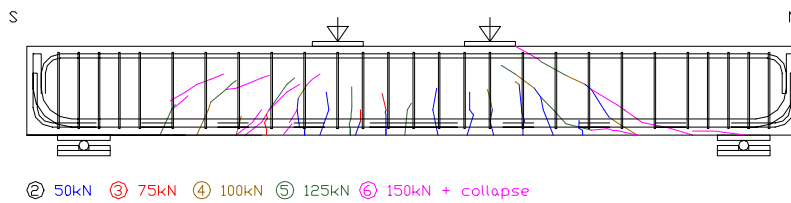


d)



Graphs: a) Shear strain (mε)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), d) Strain of north stirrups (mε)-Shear force (kN), e) Strain of south stirrups (mε)-Shear force (kN)

Specimen HR50-2- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR50-3

Concrete Properties

$f_c = 41.34 \text{ MPa}$ $f_s = 3.22 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$
 barras en una línea

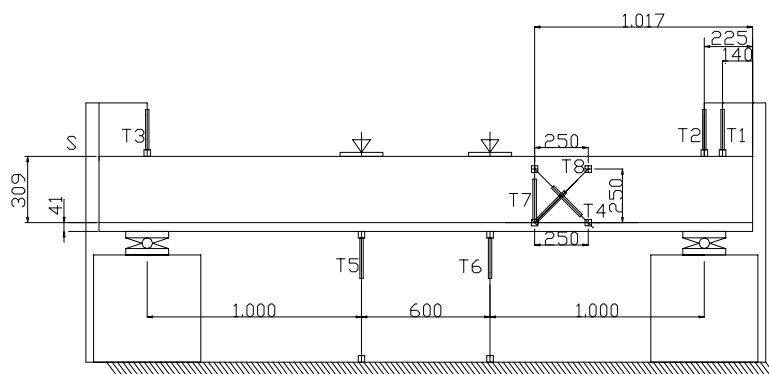
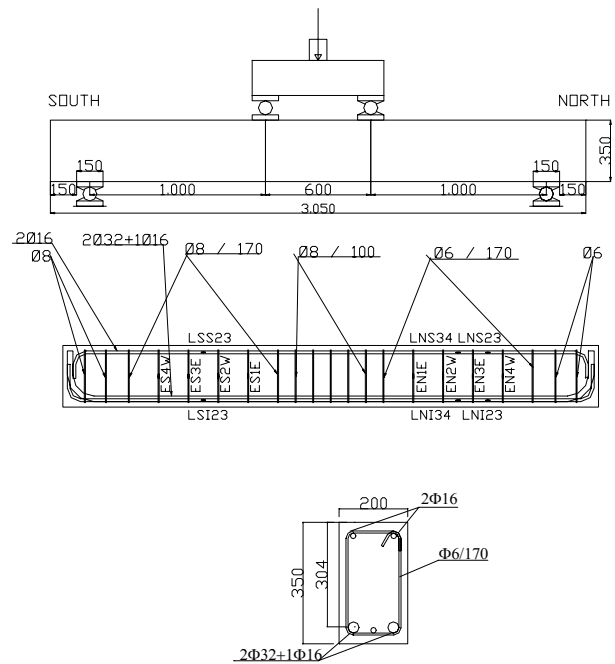
Transversal reinforcement

Nord side-Failure Side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.903 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/170 \text{ mm}$

South Side
 B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.640 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/170 \text{ mm}$

Cast: Nov 20, 2001
 Tested: Jan 15, 2002
 Test duration: 66 min
 Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 176 kN. The crack force was around 93.5 kN, and the transversal reinforcement and concrete section yielded at 163.5 kN.



Specimen HR50-3

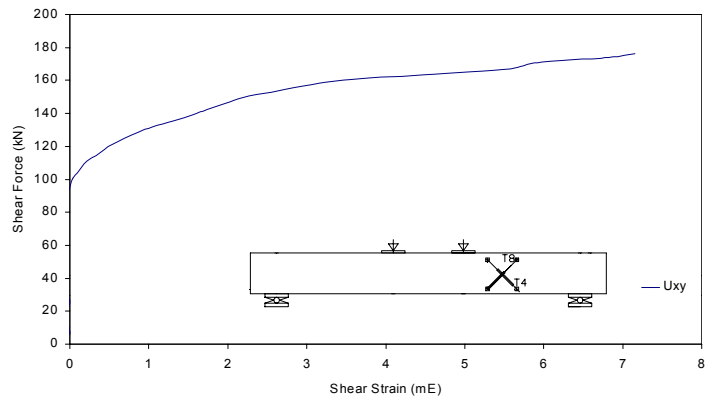
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,106	12,20	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	14,00	7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
530	21,00	10,50	-0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,13	0,14	0,00	0,00
606	27,90	13,95	-0,01	0,05	0,06	0,05	0,00	0,23	0,27	0,00	0,00
674	35,00	17,50	-0,01	0,07	0,10	0,07	0,00	0,32	0,40	0,00	0,00
736	42,00	21,00	-0,02	0,09	0,12	0,09	0,00	0,44	0,53	0,00	0,00
796	49,00	24,50	0,00	0,10	0,16	0,11	0,00	0,58	0,66	0,00	0,00
854	56,00	28,00	-0,01	0,12	0,20	0,13	0,01	0,69	0,80	0,00	0,00
910	63,10	31,55	-0,02	0,13	0,22	0,15	0,00	0,79	0,95	0,00	0,00
966	70,00	35,00	-0,03	0,13	0,25	0,17	0,01	0,91	1,11	0,00	0,00
1028	77,10	38,55	-0,03	0,14	0,28	0,19	0,01	1,08	1,27	0,00	0,00
1088	84,00	42,00	-0,03	0,14	0,30	0,21	0,00	1,24	1,46	0,00	0,00
1152	91,10	45,55	-0,04	0,14	0,33	0,23	0,00	1,37	1,66	0,00	-0,01
1212	98,10	49,05	-0,04	0,14	0,35	0,25	0,00	1,53	1,83	0,00	-0,01
1272	105,00	52,50	-0,04	0,15	0,37	0,27	0,00	1,72	2,01	0,00	-0,01
1328	112,00	56,00	-0,05	0,14	0,39	0,29	0,00	1,86	2,19	0,00	-0,01
1390	119,00	59,50	-0,04	0,14	0,41	0,31	0,00	2,00	2,37	0,00	-0,01
1450	126,00	63,00	-0,06	0,14	0,42	0,32	0,01	2,20	2,54	-0,01	-0,01
1492	131,00	65,50	-0,06	0,14	0,44	0,34	0,00	2,33	2,68	-0,01	-0,01
1552	138,00	69,00	-0,19	0,14	0,46	0,36	0,00	2,49	2,85	-0,01	-0,04
1612	145,00	72,50	-0,06	0,13	0,48	0,37	0,00	2,66	3,01	-0,02	-0,01
1672	152,00	76,00	-0,06	0,13	0,49	0,39	0,00	2,89	3,18	-0,02	-0,01
1734	159,00	79,50	-0,06	0,13	0,51	0,41	0,00	3,06	3,36	-0,03	-0,01
1792	166,00	83,00	-0,04	0,13	0,52	0,42	0,00	3,25	3,51	-0,03	-0,01
1858	173,00	86,50	-0,03	0,12	0,54	0,44	0,00	3,51	3,68	-0,03	0,00
1918	180,00	90,00	-0,03	0,11	0,55	0,45	0,00	3,68	3,85	-0,03	0,00
1976	187,00	93,50	-0,01	0,11	0,56	0,47	0,00	3,90	4,01	-0,04	0,00
2052	194,00	97,00	0,01	0,10	0,57	0,48	0,00	4,15	4,22	-0,04	0,00
2114	201,00	100,50	0,04	0,09	0,58	0,50	0,00	4,35	4,41	-0,05	0,01
2184	208,00	104,00	0,09	0,09	0,59	0,51	0,00	4,61	4,61	-0,05	0,02
2246	215,00	107,50	0,15	0,08	0,60	0,52	0,00	4,78	4,79	-0,05	0,04
2316	222,00	111,00	0,22	0,07	0,61	0,53	0,00	5,04	5,01	-0,05	0,06
2388	229,00	114,50	0,33	0,06	0,62	0,54	0,00	5,27	5,24	-0,05	0,08
2462	236,00	118,00	0,44	0,05	0,63	0,56	0,00	5,50	5,48	-0,05	0,11
2530	243,00	121,50	0,54	0,05	0,64	0,56	0,00	5,74	5,71	-0,05	0,14
2604	250,00	125,00	0,69	0,03	0,65	0,57	0,00	5,93	5,97	-0,03	0,17
2672	257,00	128,50	0,86	0,03	0,66	0,58	0,00	6,15	6,22	-0,02	0,21
2746	264,00	132,00	1,04	0,02	0,67	0,59	0,00	6,37	6,49	0,01	0,26
2818	271,00	135,50	1,31	0,00	0,68	0,60	0,00	6,56	6,78	0,06	0,33
2896	278,00	139,00	1,56	0,00	0,69	0,61	0,00	6,83	7,07	0,10	0,39
2968	285,00	142,50	1,74	-0,01	0,70	0,62	0,00	7,02	7,35	0,12	0,43
3044	292,00	146,00	1,96	-0,03	0,71	0,63	-0,01	7,26	7,63	0,16	0,48
3120	299,00	149,50	2,19	-0,04	0,72	0,63	-0,01	7,50	7,93	0,20	0,54
3204	306,00	153,00	2,56	-0,05	0,73	0,64	-0,01	7,75	8,25	0,26	0,63
3284	313,00	156,50	2,94	-0,06	0,75	0,65	-0,01	8,04	8,56	0,34	0,73
3378	320,00	160,00	3,46	-0,07	0,76	0,66	-0,01	8,33	8,91	0,47	0,86
3500	327,00	163,50	4,48	-0,08	0,77	0,66	-0,01	8,75	9,36	0,72	1,11
3622	334,00	167,00	5,58	-0,09	0,78	0,67	-0,01	9,23	9,76	1,02	1,39
3746	341,00	170,50	5,89	-0,10	0,78	0,68	0,21	9,72	10,26	1,33	1,68
3880	348,00	174,00	6,83	-0,11	0,79	0,68	0,30	10,29	10,76	1,37	2,01
3968	352,00	176,00	7,16	-0,11	0,81	0,69	0,42	10,49	11,16	1,44	2,21
3988	288,00	144,00		-0,20	0,85	0,66	2,82	10,79	12,06	-17,76	2,62

Specimen HR50-3

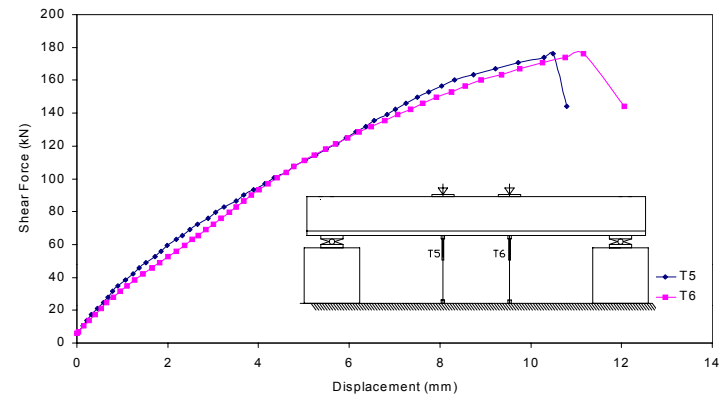
Time	Load	Shear	Shear Shear γ_{xy}	Longitudinal reinforcement strain					
				ϵ_{LN123}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LNS23}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LS123}	ϵ_{LSS23}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	12,20	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	14,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
530	21,00	10,50	-0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01
606	27,90	13,95	-0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02
674	35,00	17,50	-0,01	0,05	0,03	0,03	0,02	0,05	0,03
736	42,00	21,00	-0,02	0,06	0,04	0,04	0,02	0,06	0,04
796	49,00	24,50	0,00	0,07	0,05	0,05	0,03	0,08	0,06
854	56,00	28,00	-0,01	0,08	0,06	0,06	0,04	0,10	0,07
910	63,10	31,55	-0,02	0,10	0,07	0,07	0,05	0,12	0,08
966	70,00	35,00	-0,03	0,12	0,07	0,09	0,05	0,14	0,10
1028	77,10	38,55	-0,03	0,13	0,08	0,10	0,06	0,16	0,11
1088	84,00	42,00	-0,03	0,15	0,09	0,11	0,07	0,18	0,12
1152	91,10	45,55	-0,04	0,17	0,10	0,12	0,08	0,20	0,14
1212	98,10	49,05	-0,04	0,19	0,12	0,14	0,09	0,23	0,15
1272	105,00	52,50	-0,04	0,22	0,13	0,15	0,10	0,27	0,16
1328	112,00	56,00	-0,05	0,24	0,14	0,16	0,11	0,32	0,18
1390	119,00	59,50	-0,04	0,32	0,16	0,17	0,11	0,37	0,19
1450	126,00	63,00	-0,06	0,38	0,18	0,18	0,12	0,42	0,20
1492	131,00	65,50	-0,06	0,42	0,18	0,18	0,13	0,45	0,21
1552	138,00	69,00	-0,19	0,46	0,22	0,19	0,14	0,48	0,22
1612	145,00	72,50	-0,06	0,50	0,28	0,21	0,15	0,51	0,24
1672	152,00	76,00	-0,06	0,54	0,33	0,22	0,16	0,56	0,25
1734	159,00	79,50	-0,06	0,59	0,36	0,23	0,17	0,60	0,26
1792	166,00	83,00	-0,04	0,63	0,38	0,24	0,17	0,63	0,27
1858	173,00	86,50	-0,03	0,68	0,43	0,25	0,18	0,67	0,26
1918	180,00	90,00	-0,03	0,71	0,47	0,27	0,18	0,71	0,26
1976	187,00	93,50	-0,01	0,75	0,51	0,27	0,18	0,74	0,27
2052	194,00	97,00	0,01	0,79	0,65	0,26	0,17	0,77	0,27
2114	201,00	100,50	0,04	0,82	0,72	0,26	0,16	0,80	0,26
2184	208,00	104,00	0,09	0,86	0,79	0,26	0,16	0,83	0,26
2246	215,00	107,50	0,15	0,90	0,85	0,27	0,16	0,87	0,26
2316	222,00	111,00	0,22	0,94	0,92	0,27	0,16	0,90	0,28
2388	229,00	114,50	0,33	0,97	0,99	0,28	0,16	0,93	0,30
2462	236,00	118,00	0,44	1,01	1,05	0,29	0,17	0,96	0,33
2530	243,00	121,50	0,54	1,05	1,11	0,29	0,17	1,00	0,35
2604	250,00	125,00	0,69	1,09	1,17	0,30	0,17	1,04	0,37
2672	257,00	128,50	0,86	1,13	1,23	0,31	0,17	1,08	0,40
2746	264,00	132,00	1,04	1,17	1,30	0,31	0,17	1,13	0,42
2818	271,00	135,50	1,31	1,20	1,34	0,33	0,19	1,17	0,45
2896	278,00	139,00	1,56	1,24	1,39	0,35	0,20	1,20	0,48
2968	285,00	142,50	1,74	1,27	1,44	0,36	0,21	1,25	0,51
3044	292,00	146,00	1,96	1,30	1,49	0,36	0,22	1,30	0,54
3120	299,00	149,50	2,19	1,37	1,58	0,33	0,18	1,36	0,55
3204	306,00	153,00	2,56	1,43	1,63	0,31	0,16	1,43	0,56
3284	313,00	156,50	2,94	1,46	1,66	0,33	0,18	1,47	0,59
3378	320,00	160,00	3,46	1,49	1,68	0,36	0,21	1,50	0,63
3500	327,00	163,50	4,48	1,57	1,76	0,37	0,23	1,54	0,68
3622	334,00	167,00	5,58	1,63	1,88	0,38	0,23	1,57	0,73
3746	341,00	170,50	5,89	1,71	2,00	0,37	0,23	1,62	0,75
3880	348,00	174,00	6,83	1,78	2,11	0,38	0,24	1,66	0,79
3968	352,00	176,00	7,16	1,84	2,17	0,40	0,25	1,68	0,82
3988	288,00	144,00	0,00	1,76	2,25	1,05	0,24	1,46	0,72

Specimen HR50-3

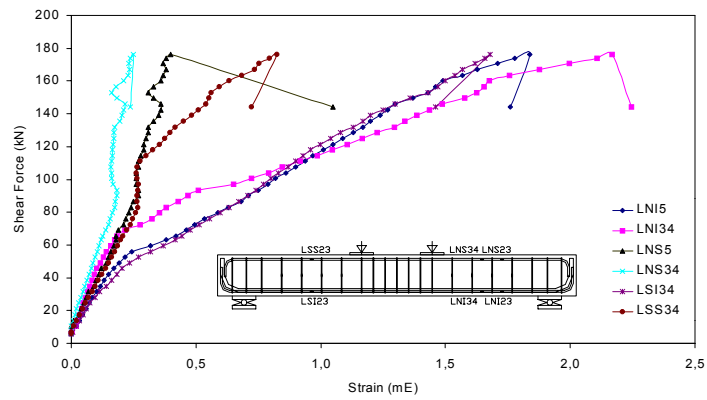
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Transversal Reinforcement strain							
				ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{EN4W}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}	ϵ_{ES4W}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	12,20	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	14,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
530	21,00	10,50	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
606	27,90	13,95	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
674	35,00	17,50	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
736	42,00	21,00	-0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
796	49,00	24,50	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
854	56,00	28,00	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
910	63,10	31,55	-0,02	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
966	70,00	35,00	-0,03	0,01	-0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1028	77,10	38,55	-0,03	0,01	-0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
1088	84,00	42,00	-0,03	0,01	-0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
1152	91,10	45,55	-0,04	0,02	-0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,00	0,01
1212	98,10	49,05	-0,04	0,02	-0,01	0,01	0,02	0,06	0,01	0,01	0,01
1272	105,00	52,50	-0,04	0,02	0,00	0,01	0,02	0,07	0,02	0,01	0,01
1328	112,00	56,00	-0,05	0,03	0,02	0,01	0,02	0,09	0,03	0,01	0,01
1390	119,00	59,50	-0,04	0,03	0,05	0,01	0,02	0,12	0,04	0,02	0,02
1450	126,00	63,00	-0,06	0,04	0,10	0,01	0,02	0,14	0,05	0,02	0,02
1492	131,00	65,50	-0,06	0,05	0,15	0,01	0,02	0,16	0,05	0,03	0,02
1552	138,00	69,00	-0,19	0,06	0,19	0,00	0,02	0,17	0,05	0,02	0,01
1612	145,00	72,50	-0,06	0,08	0,22	0,00	0,02	0,19	0,05	0,02	0,01
1672	152,00	76,00	-0,06	0,12	0,24	0,00	0,02	0,21	0,06	0,02	0,02
1734	159,00	79,50	-0,06	0,15	0,27	-0,01	0,01	0,23	0,06	0,02	0,02
1792	166,00	83,00	-0,04	0,17	0,30	0,00	0,01	0,24	0,08	0,03	0,02
1858	173,00	86,50	-0,03	0,21	0,33	0,04	0,01	0,25	0,09	0,06	0,02
1918	180,00	90,00	-0,03	0,23	0,35	0,07	0,01	0,26	0,15	0,07	0,07
1976	187,00	93,50	-0,01	0,25	0,39	0,11	0,02	0,26	0,19	0,07	0,13
2052	194,00	97,00	0,01	0,28	0,41	0,48	0,02	0,27	0,22	0,08	0,23
2114	201,00	100,50	0,04	0,31	0,43	0,70	0,02	0,28	0,25	0,09	0,30
2184	208,00	104,00	0,09	0,34	0,44	0,93	0,03	0,29	0,28	0,10	0,38
2246	215,00	107,50	0,15	0,37	0,46	1,09	0,03	0,30	0,31	0,13	0,46
2316	222,00	111,00	0,22	0,41	0,50	1,27	0,04	0,30	0,35	0,15	0,54
2388	229,00	114,50	0,33	0,44	0,55	1,48	0,04	0,31	0,41	0,21	0,84
2462	236,00	118,00	0,44	0,49	0,60	1,69	0,05	0,32	0,47	0,32	1,13
2530	243,00	121,50	0,54	0,52	0,63	1,89	0,05	0,33	0,52	0,43	1,30
2604	250,00	125,00	0,69	0,63	0,66	2,13	0,06	0,34	0,60	0,52	1,40
2672	257,00	128,50	0,86	0,74	0,68	2,31	0,07	0,35	0,66	0,61	1,50
2746	264,00	132,00	1,04	0,88	0,72	2,53	0,08	0,37	0,77	0,69	1,58
2818	271,00	135,50	1,31	1,09	0,72	2,69	0,08	0,37	0,87	0,74	1,63
2896	278,00	139,00	1,56	1,30	0,72	2,83	0,09	0,38	0,96	0,80	1,70
2968	285,00	142,50	1,74	1,45	0,73	2,98	0,10	0,40	1,05	0,87	1,77
3044	292,00	146,00	1,96	1,59	0,75	3,15	0,12	0,42	1,15	0,94	1,85
3120	299,00	149,50	2,19	1,76	0,81	3,34	0,19	0,46	1,25	1,02	1,95
3204	306,00	153,00	2,56	1,95	0,84	3,45	0,27	0,50	1,36	1,13	2,05
3284	313,00	156,50	2,94	2,11	0,84	3,56	0,30	0,52	1,44	1,21	2,12
3378	320,00	160,00	3,46	2,33	0,82	3,91	0,33	0,53	1,51	1,27	2,18
3500	327,00	163,50	4,48	2,78	0,82	5,24	0,37	0,55	1,59	1,36	2,27
3622	334,00	167,00	5,58	3,09	0,82	9,24	0,41	0,57	1,67	1,45	2,36
3746	341,00	170,50	5,89	3,33	0,85		0,48	0,60	1,75	1,54	2,45
3880	348,00	174,00	6,83	3,61	0,87		0,54	0,63	1,83	1,62	2,55
3968	352,00	176,00	7,16	3,89	0,87		0,56	0,65	1,88	1,66	2,61
3988	288,00	144,00	0,00	2,95	0,94		0,64	0,61	1,74	1,63	2,32



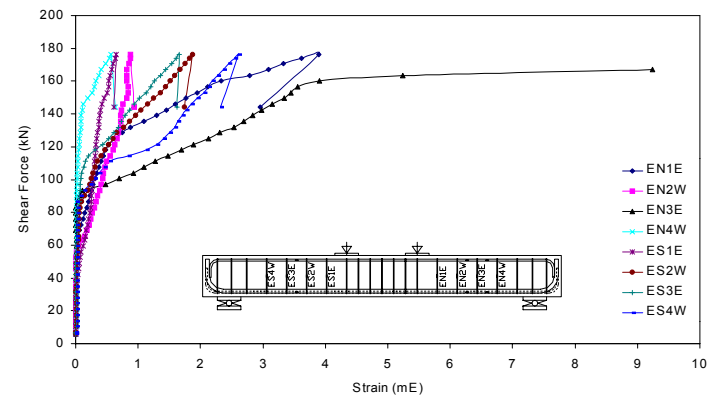
a)



b)



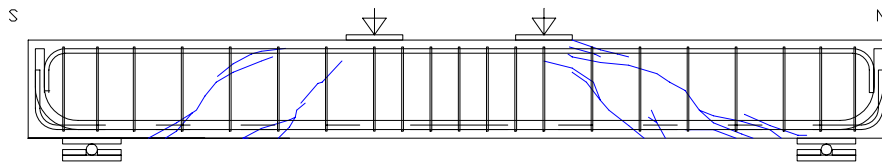
c)



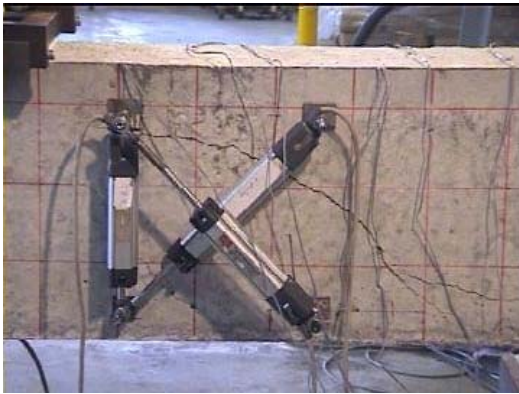
d)

Graphs: a) Shear strain (mε)-Shear Force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear Force (kN), d) Strain of stirrups (mε)-Shear force (kN)

Specimen HR50-3- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR50-4

Concrete Properties

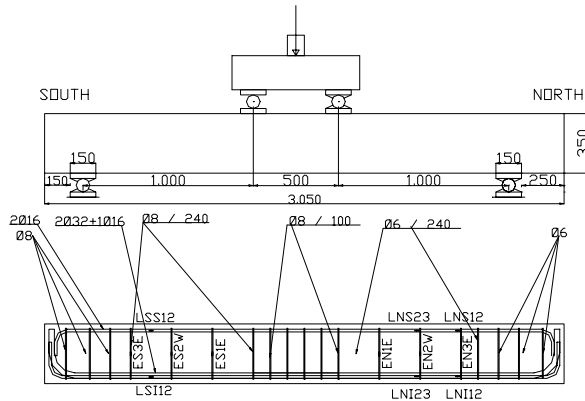
$f_c = 41.34 \text{ MPa}$ $f_s = 3.22 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$
 barras en una línea

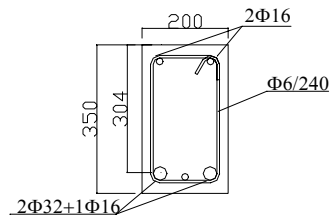
Transversal reinforcement

North side-failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.636 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/240 \text{ mm}$



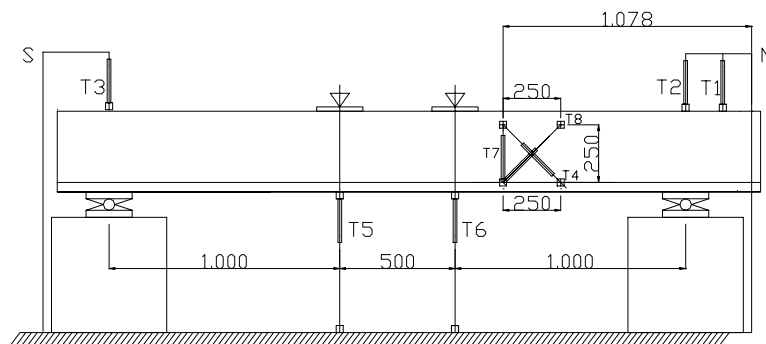
South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.162 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/240 \text{ mm}$



Cast: Nov 20, 2001
 Tested: Jan 18, 2002
 Test duration: 70 min
 Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: the failure shear force was 164 kN. The crack force was around 81 kN. The stirrup EN2W yielded at 110.5 kN, in the north side, where the failure of the beam occurred. The stirrup ES2W yielded at 136 kN in the south side of the beam.



Specimen HR50-4

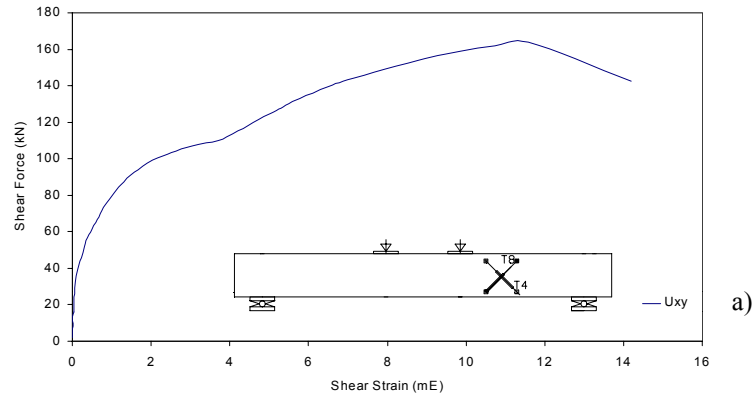
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,018	4,43	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	6,48	3,24	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
178	13,00	6,50	0,01	-0,01	0,01	0,10	0,00	0,14	0,14	0,00	0,00
702	19,50	9,75	0,01	-0,03	0,02	0,21	0,01	0,26	0,27	0,01	0,01
786	26,00	13,00	0,00	-0,04	0,02	0,28	0,01	0,35	0,39	0,01	0,01
858	32,50	16,25	0,03	-0,05	0,03	0,34	0,01	0,48	0,50	0,01	0,02
924	39,00	19,50	0,03	-0,07	0,03	0,39	0,01	0,62	0,61	0,01	0,02
986	45,50	22,75	0,05	-0,08	0,03	0,43	0,01	0,72	0,72	0,01	0,02
1044	52,00	26,00	0,05	-0,09	0,04	0,47	0,01	0,82	0,85	0,01	0,02
1100	58,40	29,20	0,06	-0,09	0,04	0,50	0,01	0,93	0,98	0,01	0,02
1158	65,00	32,50	0,07	-0,10	0,05	0,53	0,01	1,09	1,11	0,01	0,03
1216	71,50	35,75	0,10	-0,11	0,05	0,55	0,01	1,24	1,25	0,01	0,03
1274	78,00	39,00	0,13	-0,12	0,06	0,58	0,01	1,38	1,41	0,01	0,04
1332	84,60	42,30	0,17	-0,14	0,06	0,61	0,01	1,52	1,57	0,01	0,05
1392	91,10	45,55	0,22	-0,15	0,06	0,62	0,01	1,73	1,72	0,02	0,06
1446	97,40	48,70	0,26	-0,17	0,06	0,66	0,01	1,88	1,87	0,02	0,08
1498	104,00	52,00	0,30	-0,18	0,07	0,70	0,01	2,01	2,02	0,02	0,09
1550	110,00	55,00	0,36	-0,19	0,07	0,73	0,01	2,21	2,17	0,03	0,10
1608	117,00	58,50	0,42	-0,21	0,07	0,75	0,01	2,40	2,33	0,03	0,12
1658	123,00	61,50	0,50	-0,22	0,07	0,78	0,01	2,54	2,47	0,04	0,13
1716	130,00	65,00	0,60	-0,24	0,07	0,80	0,01	2,75	2,65	0,05	0,16
1764	136,00	68,00	0,68	-0,25	0,07	0,82	0,01	2,93	2,79	0,05	0,18
1820	143,00	71,50	0,75	-0,27	0,07	0,85	0,01	3,10	2,94	0,06	0,20
1868	149,00	74,50	0,83	-0,28	0,07	0,87	0,01	3,26	3,07	0,06	0,21
1932	156,00	78,00	0,94	-0,30	0,07	0,91	0,01	3,51	3,27	0,06	0,24
1982	162,00	81,00	1,06	-0,31	0,07	0,92	0,01	3,66	3,41	0,07	0,27
2042	169,00	84,50	1,18	-0,32	0,07	0,94	0,01	3,87	3,58	0,07	0,30
2098	175,00	87,50	1,32	-0,34	0,07	0,96	0,01	4,07	3,76	0,07	0,34
2160	182,00	91,00	1,49	-0,35	0,07	0,98	0,01	4,24	3,96	0,07	0,38
2216	188,00	94,00	1,67	-0,36	0,07	1,00	0,01	4,43	4,13	0,07	0,42
2286	195,00	97,50	1,90	-0,37	0,07	1,02	0,01	4,66	4,37	0,07	0,49
2356	201,00	100,50	2,18	-0,39	0,07	1,05	0,01	4,84	4,60	0,08	0,55
2422	207,00	103,50	2,52	-0,41	0,07	1,05	0,01	5,06	4,84	0,08	0,64
2506	214,00	107,00	3,06	-0,41	0,07	1,08	0,01	5,29	5,14	0,07	0,77
2584	220,00	110,00	3,71	-0,42	0,08	1,10	0,01	5,50	5,45	0,07	0,93
2652	227,00	113,50	4,06	-0,43	0,07	1,11	0,01	5,72	5,68	0,07	1,02
2716	233,00	116,50	4,35	-0,44	0,07	1,12	0,01	5,88	5,90	0,06	1,09
2786	240,00	120,00	4,60	-0,45	0,07	1,14	0,00	6,07	6,16	0,06	1,15
2848	246,00	123,00	4,87	-0,47	0,07	1,15	0,01	6,28	6,36	0,06	1,22
2922	253,00	126,50	5,18	-0,49	0,07	1,11	0,01	6,48	6,64	0,06	1,30
2982	259,00	129,50	5,42	-0,50	0,07	1,18	0,01	6,65	6,84	0,06	1,36
3062	266,00	133,00	5,78	-0,52	0,07	1,19	0,01	6,93	7,14	0,06	1,45
3124	272,00	136,00	6,10	-0,53	0,07	1,20	0,01	7,10	7,35	0,06	1,53
3206	279,00	139,50	6,50	-0,56	0,07	1,21	0,01	7,43	7,64	0,06	1,63
3276	285,00	142,50	6,87	-0,57	0,07	1,22	0,01	7,65	7,89	0,06	1,72
3368	292,00	146,00	7,42	-0,59	0,07	1,24	0,01	8,05	8,21	0,05	1,86
3450	298,00	149,00	7,94	-0,61	0,07	1,25	0,01	8,36	8,50	0,05	1,99
3542	305,00	152,50	8,54	-0,63	0,07	1,27	0,01	8,75	8,81	0,05	2,14
3630	311,00	155,50	9,10	-0,65	0,06	1,28	0,01	9,13	9,12	0,05	2,28
3758	318,00	159,00	9,87	-0,68	0,05	1,29	0,01	9,63	9,57	0,04	2,47
3904	324,00	162,00	10,74	-0,73	0,04	1,31	0,01	10,12	10,12	0,03	2,69
4006	328,00	164,00	11,59	-0,76	0,04	1,31	0,01	10,52	10,52	0,03	2,90
4112	285,00	142,50	14,19	-0,91	-0,01	1,29	0,01	10,92	11,52	0,00	3,55

Specimen HR50-4

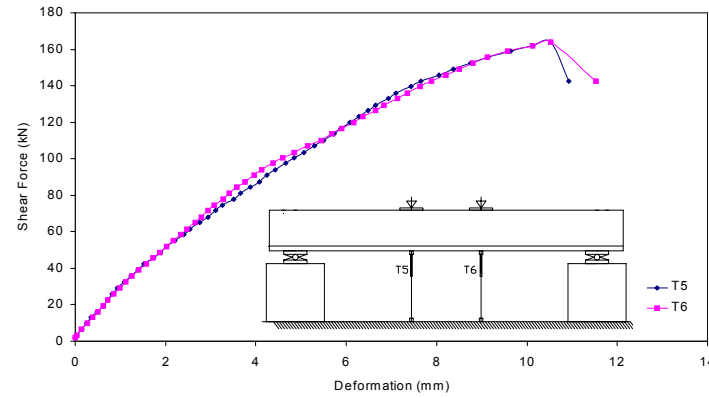
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Longitudinal Reinforcement strain					
				ϵ_{LNI5}	ϵ_{LNI34}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LSI34}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	4,43	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	6,48	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
178	13,00	6,50	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00
702	19,50	9,75	0,01	0,05	0,05	0,00	0,01	0,02	0,01
786	26,00	13,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,02	0,03	0,01
858	32,50	16,25	0,03	0,06	0,07	0,01	0,04	0,04	0,02
924	39,00	19,50	0,03	0,07	0,09	0,03	0,05	0,05	0,03
986	45,50	22,75	0,05	0,08	0,11	0,03	0,06	0,06	0,03
1044	52,00	26,00	0,05	0,09	0,13	0,04	0,07	0,07	0,04
1100	58,40	29,20	0,06	0,10	0,15	0,05	0,09	0,08	0,06
1158	65,00	32,50	0,07	0,12	0,17	0,05	0,10	0,10	0,06
1216	71,50	35,75	0,10	0,13	0,19	0,06	0,11	0,11	0,07
1274	78,00	39,00	0,13	0,14	0,21	0,06	0,12	0,13	0,08
1332	84,60	42,30	0,17	0,16	0,25	0,07	0,13	0,15	0,08
1392	91,10	45,55	0,22	0,18	0,31	0,07	0,14	0,18	0,09
1446	97,40	48,70	0,26	0,18	0,34	0,10	0,17	0,19	0,11
1498	104,00	52,00	0,30	0,21	0,39	0,08	0,16	0,22	0,10
1550	110,00	55,00	0,36	0,23	0,43	0,09	0,17	0,25	0,12
1608	117,00	58,50	0,42	0,28	0,47	0,09	0,18	0,28	0,12
1658	123,00	61,50	0,50	0,34	0,50	0,09	0,20	0,31	0,12
1716	130,00	65,00	0,60	0,38	0,53	0,10	0,22	0,35	0,13
1764	136,00	68,00	0,68	0,41	0,56	0,10	0,23	0,37	0,14
1820	143,00	71,50	0,75	0,44	0,59	0,11	0,24	0,41	0,14
1868	149,00	74,50	0,83	0,47	0,62	0,12	0,25	0,44	0,15
1932	156,00	78,00	0,94	0,50	0,66	0,12	0,27	0,49	0,15
1982	162,00	81,00	1,06	0,53	0,69	0,12	0,28	0,52	0,16
2042	169,00	84,50	1,18	0,57	0,73	0,12	0,28	0,57	0,17
2098	175,00	87,50	1,32	0,62	0,77	0,11	0,29	0,61	0,17
2160	182,00	91,00	1,49	0,68	0,81	0,10	0,29	0,64	0,18
2216	188,00	94,00	1,67	0,72	0,84	0,10	0,29	0,68	0,18
2286	195,00	97,50	1,90	0,76	0,88	0,11	0,30	0,74	0,17
2356	201,00	100,50	2,18	0,82	0,92	0,11	0,30	0,79	0,17
2422	207,00	103,50	2,52	0,88	0,95	0,11	0,31	0,83	0,17
2506	214,00	107,00	3,06	0,96	1,00	0,11	0,31	0,88	0,18
2584	220,00	110,00	3,71	1,07	1,05	0,10	0,31	0,91	0,18
2652	227,00	113,50	4,06	1,12	1,08	0,11	0,32	0,95	0,18
2716	233,00	116,50	4,35	1,16	1,11	0,11	0,33	0,98	0,18
2786	240,00	120,00	4,60	1,21	1,14	0,11	0,34	1,00	0,19
2848	246,00	123,00	4,87	1,25	1,17	0,11	0,34	1,02	0,19
2922	253,00	126,50	5,18	1,30	1,20	0,11	0,34	1,05	0,20
2982	259,00	129,50	5,42	1,34	1,23	0,11	0,34	1,08	0,20
3062	266,00	133,00	5,78	1,39	1,26	0,12	0,34	1,11	0,20
3124	272,00	136,00	6,10	1,42	1,28	0,13	0,33	1,13	0,21
3206	279,00	139,50	6,50	1,47	1,32	0,13	0,31	1,16	0,21
3276	285,00	142,50	6,87	1,53	1,35	0,12	0,28	1,19	0,22
3368	292,00	146,00	7,42	1,59	1,39	0,13	0,23	1,22	0,22
3450	298,00	149,00	7,94	1,65	1,42	0,13	0,16	1,25	0,23
3542	305,00	152,50	8,54	1,71	1,46	0,14	0,09	1,29	0,23
3630	311,00	155,50	9,10	1,76	1,49	0,15	0,02	1,31	0,24
3758	318,00	159,00	9,87	1,83	1,54	0,15	-0,10	1,41	0,24
3904	324,00	162,00	10,74	1,91	1,58	0,16	-0,24	1,51	0,25
4006	328,00	164,00	11,59	1,98	1,61	0,16	-0,32	1,57	0,24
4112	285,00	142,50	14,19	2,13	1,53	0,19	0,75	1,44	0,22

Specimen HR50-4

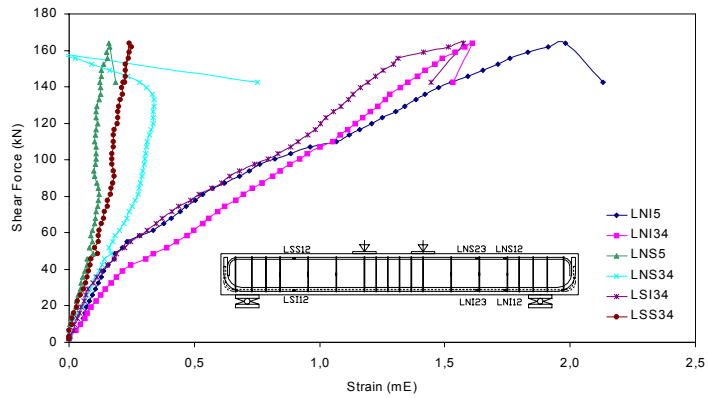
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Transversal Reinforcement Strain					
				ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	4,43	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	6,48	3,24	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
178	13,00	6,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
702	19,50	9,75	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	0,01
786	26,00	13,00	0,00	0,01	0,02	0,01	-0,01	0,01	0,01
858	32,50	16,25	0,03	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01
924	39,00	19,50	0,03	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01
986	45,50	22,75	0,05	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01
1044	52,00	26,00	0,05	0,00	0,01	0,01	-0,02	0,02	0,01
1100	58,40	29,20	0,06	0,00	0,01	0,01	-0,02	0,02	0,01
1158	65,00	32,50	0,07	0,01	0,01	0,02	-0,03	0,03	0,01
1216	71,50	35,75	0,10	0,02	0,02	0,02	-0,03	0,05	0,01
1274	78,00	39,00	0,13	0,05	0,02	0,02	-0,03	0,08	0,01
1332	84,60	42,30	0,17	0,09	0,02	0,03	-0,03	0,11	0,01
1392	91,10	45,55	0,22	0,17	0,02	0,03	-0,03	0,15	0,02
1446	97,40	48,70	0,26	0,20	0,01	0,01	-0,05	0,17	0,00
1498	104,00	52,00	0,30	0,26	0,03	0,04	-0,04	0,22	0,02
1550	110,00	55,00	0,36	0,32	0,03	0,03	-0,05	0,27	0,01
1608	117,00	58,50	0,42	0,37	0,04	0,04	-0,04	0,33	0,02
1658	123,00	61,50	0,50	0,41	0,04	0,04	-0,03	0,38	0,02
1716	130,00	65,00	0,60	0,46	0,03	0,05	-0,02	0,42	0,02
1764	136,00	68,00	0,68	0,49	0,04	0,05	-0,01	0,45	0,02
1820	143,00	71,50	0,75	0,53	0,05	0,06	0,00	0,51	0,03
1868	149,00	74,50	0,83	0,56	0,05	0,06	0,03	0,56	0,02
1932	156,00	78,00	0,94	0,60	0,06	0,06	0,05	0,65	0,03
1982	162,00	81,00	1,06	0,62	0,09	0,06	0,05	0,74	0,02
2042	169,00	84,50	1,18	0,65	0,15	0,06	0,06	0,91	0,02
2098	175,00	87,50	1,32	0,67	0,20	0,07	0,08	1,03	0,02
2160	182,00	91,00	1,49	0,68	0,32	0,10	0,10	1,15	0,02
2216	188,00	94,00	1,67	0,70	0,42	0,14	0,12	1,29	0,03
2286	195,00	97,50	1,90	0,70	0,56	0,22	0,16	1,46	0,03
2356	201,00	100,50	2,18	0,72	0,76	0,29	0,20	1,65	0,03
2422	207,00	103,50	2,52	0,74	1,13	0,39	0,23	1,79	0,03
2506	214,00	107,00	3,06	0,77	1,90	0,48	0,28	1,94	0,03
2584	220,00	110,00	3,71	0,79	2,69	0,56	0,34	2,05	0,03
2652	227,00	113,50	4,06	0,80	4,21	0,62	0,41	2,13	0,03
2716	233,00	116,50	4,35	0,82	6,54	0,66	0,46	2,21	0,04
2786	240,00	120,00	4,60	0,83	11,22	0,70	0,52	2,28	0,04
2848	246,00	123,00	4,87	0,85	17,42	0,73	0,58	2,35	0,04
2922	253,00	126,50	5,18	0,87		0,76	0,66	2,44	0,05
2982	259,00	129,50	5,42	0,89		0,77	0,74	2,53	0,06
3062	266,00	133,00	5,78	0,91		0,79	0,83	2,67	0,08
3124	272,00	136,00	6,10	0,92		0,80	0,89	2,77	0,13
3206	279,00	139,50	6,50	0,94		0,82	0,98	3,01	0,17
3276	285,00	142,50	6,87	0,97		0,84	1,06	3,29	0,19
3368	292,00	146,00	7,42	0,98		0,85	1,18	3,98	0,22
3450	298,00	149,00	7,94	0,99		0,86	1,27	4,89	0,25
3542	305,00	152,50	8,54	1,00		0,88	1,41	6,59	0,28
3630	311,00	155,50	9,10	0,99		0,89	1,52	8,21	0,30
3758	318,00	159,00	9,87	1,01		0,93	1,63	18,85	0,37
3904	324,00	162,00	10,74	1,02		0,97	1,70		0,49
4006	328,00	164,00	11,59	1,03		1,00	1,74		0,57
4112	285,00	142,50	14,19	1,01		1,10	1,68		0,57



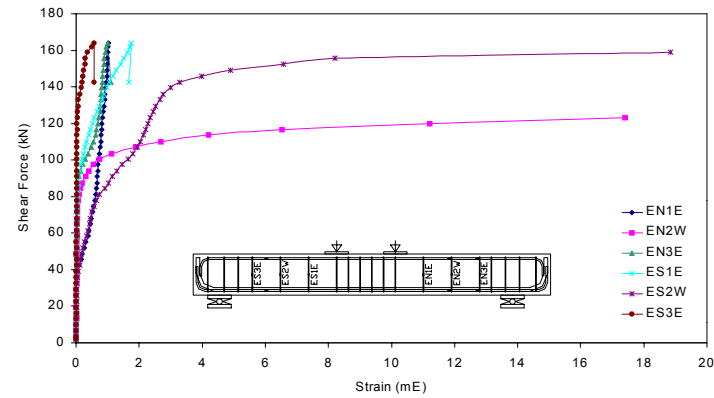
a)



b)



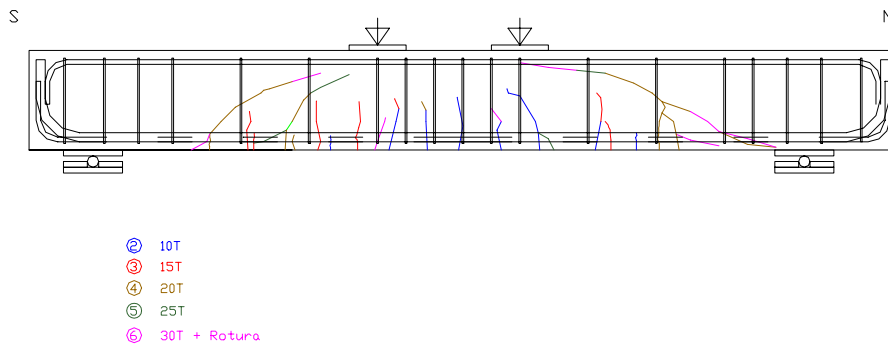
c)



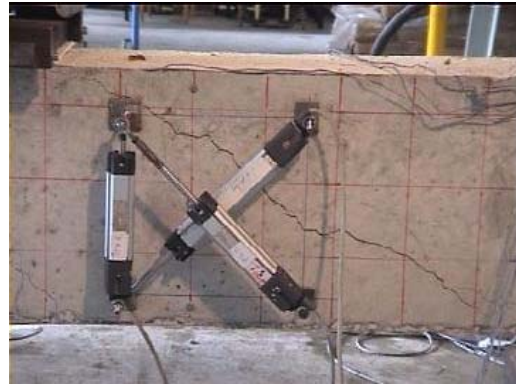
d)

Graphs: a) Shear strain (mE)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mE)-Shear force (kN), d) Strain of stirrups (mE)-Shear Force (kN)

Specimen HR50-4- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR100-1

Properties of Concrete

$f_c = 39.75$ MPa $f_s = 3.28$ MPa

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500$ MPa
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$
 barras en una línea

Transversal Reinforcement

North side (Failure side) there is not any

South Side

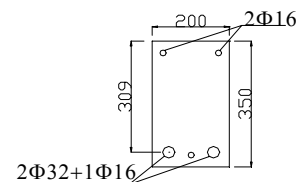
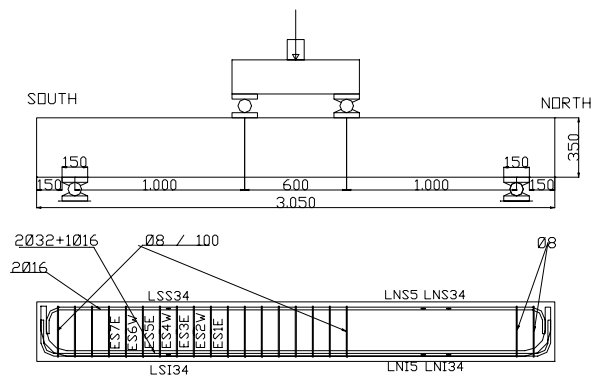
B-500-S $f_y = 556$ Mpa
 $\rho_w = 2.791$ MPa $\text{Ø}8/100$

Cast: November 22, 2001

Tested: January 21, 2002

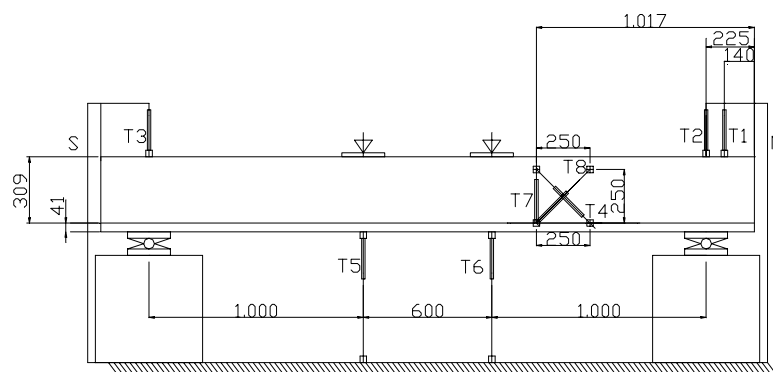
Test duration: 70 min

Test Control: 0.15 mm/min



Summary of Test Observations: This beam had no transversal reinforcement in the north side. Brittle failure occurred as was expected.

This beam collapsed from the north side at 168 kN, at 84 kN of Shear force. Not one longitudinal reinforcement yielded, neither transversal reinforcement.



Specimen HR100-1

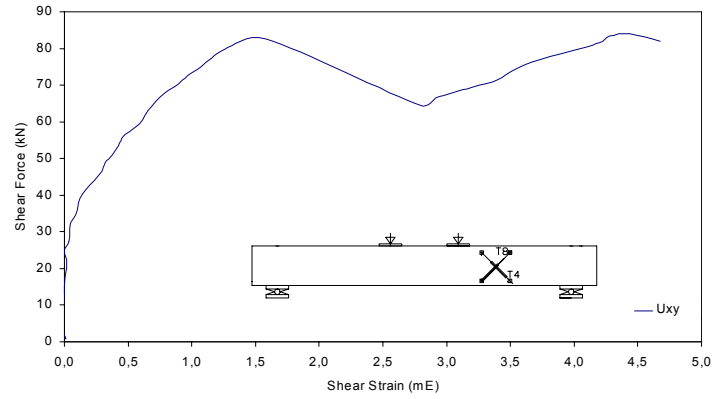
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear	Displacement								
			Strain γ_{xy} mε	T1 mm	T2 mm	T3 mm	T4 mm	T5 mm	T6 mm	T7 mm	T8 mm	
0,017	1,82	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
280	2,26	1,13	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
682	6,69	3,35	-0,01	0,02	0,01	0,03	0,00	-0,01	0,07	0,00	0,00	0,00
818	11,50	5,75	0,00	0,02	0,02	0,06	0,00	0,04	0,17	0,01	0,00	0,00
1134	15,10	7,55	-0,01	0,03	0,03	0,08	0,00	0,11	0,25	0,01	0,00	0,00
1502	15,40	7,70	-0,01	0,03	0,03	0,09	0,00	0,12	0,26	0,01	0,00	0,00
1668	16,20	8,10	-0,01	0,03	0,03	0,09	0,00	0,14	0,27	0,01	0,00	0,00
1840	21,00	10,50	-0,01	0,04	0,04	0,12	0,00	0,23	0,36	0,01	0,00	0,00
1940	25,80	12,90	0,00	0,04	0,05	0,15	0,00	0,31	0,45	0,01	0,00	0,00
2036	30,60	15,30	0,00	0,05	0,06	0,17	0,00	0,39	0,54	0,01	0,00	0,00
2124	35,50	17,75	0,01	0,06	0,09	0,20	0,00	0,47	0,64	0,01	0,00	0,00
2206	40,20	20,10	0,02	0,07	0,10	0,22	0,00	0,54	0,74	0,01	0,00	0,00
2288	45,10	22,55	0,02	0,08	0,12	0,25	0,00	0,64	0,84	0,01	0,00	0,00
2364	49,70	24,85	0,00	0,08	0,14	0,27	0,00	0,74	0,94	0,01	0,00	0,00
2442	54,60	27,30	0,03	0,09	0,15	0,29	0,00	0,84	1,03	0,01	0,01	0,01
2518	59,40	29,70	0,04	0,09	0,16	0,31	0,00	0,92	1,13	0,01	0,01	0,01
2594	64,20	32,10	0,05	0,09	0,17	0,33	0,00	1,00	1,24	0,01	0,01	0,01
2670	69,00	34,50	0,09	0,10	0,19	0,35	-0,01	1,09	1,36	0,02	0,02	0,02
2748	73,80	36,90	0,11	0,10	0,20	0,36	-0,01	1,21	1,48	0,02	0,02	0,02
2826	78,60	39,30	0,12	0,10	0,21	0,37	-0,01	1,34	1,59	0,02	0,02	0,02
2904	83,30	41,65	0,17	0,10	0,22	0,39	-0,01	1,45	1,71	0,02	0,03	0,03
2982	88,30	44,15	0,24	0,10	0,23	0,41	-0,01	1,55	1,85	0,03	0,05	0,05
3054	93,00	46,50	0,29	0,11	0,24	0,42	-0,01	1,65	1,98	0,03	0,06	0,06
3128	97,80	48,90	0,32	0,10	0,26	0,44	-0,02	1,77	2,10	0,04	0,06	0,06
3190	102,00	51,00	0,38	0,10	0,27	0,46	-0,02	1,88	2,20	0,04	0,08	0,08
3260	107,00	53,50	0,43	0,10	0,28	0,47	-0,02	2,00	2,31	0,04	0,09	0,09
3344	112,00	56,00	0,46	0,10	0,29	0,48	-0,02	2,12	2,47	0,05	0,09	0,09
3416	117,00	58,50	0,55	0,10	0,30	0,49	-0,02	2,23	2,61	0,05	0,11	0,11
3480	121,00	60,50	0,61	0,10	0,31	0,50	-0,03	2,35	2,72	0,05	0,13	0,13
3552	126,00	63,00	0,66	0,10	0,32	0,51	-0,03	2,50	2,84	0,06	0,14	0,14
3628	131,00	65,50	0,71	0,09	0,33	0,52	-0,03	2,63	2,99	0,06	0,15	0,15
3706	136,00	68,00	0,79	0,09	0,34	0,53	-0,03	2,75	3,14	0,07	0,17	0,17
3784	141,00	70,50	0,90	0,08	0,35	0,54	-0,03	2,89	3,28	0,08	0,19	0,19
3846	145,00	72,50	0,96	0,08	0,36	0,55	-0,03	3,04	3,39	0,08	0,21	0,21
3930	150,00	75,00	1,07	0,08	0,37	0,56	-0,03	3,20	3,56	0,09	0,23	0,23
4006	155,00	77,50	1,16	0,07	0,38	0,57	-0,03	3,32	3,71	0,10	0,26	0,26
4082	160,00	80,00	1,27	0,06	0,38	0,58	-0,03	3,49	3,86	0,11	0,29	0,29
4180	165,00	82,50	1,58	0,05	0,38	0,59	-0,02	3,72	4,07	0,14	0,37	0,37
4222	129,00	64,50	2,80	0,17	0,37	0,55	1,16	3,93	4,80	1,59	1,86	1,86
4318	133,00	66,50	2,92	0,18	0,37	0,55	1,44	4,19	5,10	1,92	2,17	2,17
4440	139,00	69,50	3,20	0,19	0,37	0,55	1,63	4,43	5,44	2,18	2,43	2,43
4514	143,00	71,50	3,40	0,19	0,37	0,56	1,75	4,59	5,62	2,36	2,60	2,60
4620	148,00	74,00	3,52	0,19	0,37	0,56	1,96	4,85	5,92	2,66	2,84	2,84
4718	153,00	76,50	3,68	0,19	0,38	0,56	2,12	5,02	6,17	2,88	3,04	3,04
4820	158,00	79,00	3,96	0,19	0,38	0,57	2,26	5,26	6,42	3,15	3,25	3,25
4926	163,00	81,50	4,20	0,20	0,38	0,57	2,42	5,47	6,69	3,41	3,47	3,47
5038	167,00	83,50	4,28	0,20	0,38	0,58	2,63	5,67	6,97	3,74	3,70	3,70
5090	168,00	84,00	4,44	0,20	0,38	0,58	2,74	5,79	7,12	3,93	3,85	3,85
5172	164,00	82,00	4,68	0,22	0,38	0,58	3,03	5,95	7,37	4,44	4,20	4,20

Specimen HR100-1

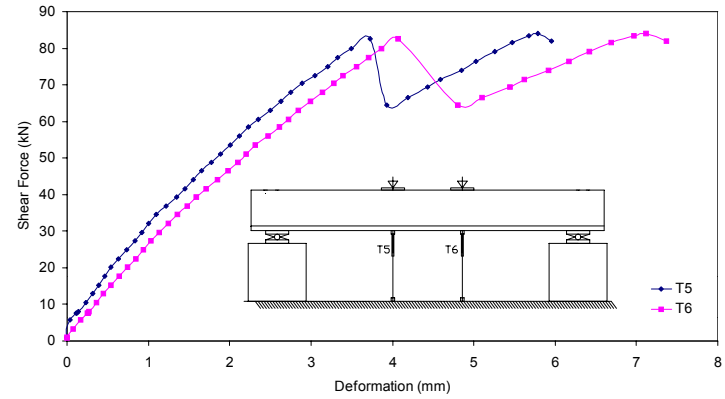
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Longitudinal reinforment strain					
				ϵ_{LN15} mε	ϵ_{LN14} mε	ϵ_{LNS5} mε	ϵ_{LNS34} mε	ϵ_{LS14} mε	ϵ_{LSS34} mε
0	1,82	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
280	2,26	1,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
682	6,69	3,35	-0,01	0,01	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,01
818	11,50	5,75	0,00	0,01	0,01	-0,02	0,02	0,02	0,01
1134	15,10	7,55	-0,01	0,02	0,02	-0,02	0,02	0,03	0,02
1502	15,40	7,70	-0,01	0,02	0,02	-0,02	0,03	0,03	0,02
1668	16,20	8,10	-0,01	0,02	0,02	-0,02	0,03	0,03	0,02
1840	21,00	10,50	-0,01	0,03	0,03	-0,01	0,03	0,04	0,03
1940	25,80	12,90	0,00	0,04	0,04	0,00	0,04	0,04	0,04
2036	30,60	15,30	0,00	0,04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,05
2124	35,50	17,75	0,01	0,05	0,06	0,01	0,06	0,08	0,06
2206	40,20	20,10	0,02	0,06	0,07	0,02	0,07	0,09	0,07
2288	45,10	22,55	0,02	0,07	0,08	0,03	0,08	0,10	0,08
2364	49,70	24,85	0,00	0,08	0,10	0,04	0,08	0,11	0,09
2442	54,60	27,30	0,03	0,09	0,11	0,04	0,09	0,12	0,10
2518	59,40	29,70	0,04	0,10	0,12	0,05	0,10	0,13	0,11
2594	64,20	32,10	0,05	0,12	0,14	0,05	0,11	0,15	0,12
2670	69,00	34,50	0,09	0,13	0,15	0,06	0,12	0,17	0,13
2748	73,80	36,90	0,11	0,15	0,17	0,06	0,12	0,19	0,13
2826	78,60	39,30	0,12	0,16	0,19	0,06	0,12	0,21	0,14
2904	83,30	41,65	0,17	0,17	0,20	0,07	0,13	0,23	0,15
2982	88,30	44,15	0,24	0,18	0,22	0,07	0,14	0,25	0,16
3054	93,00	46,50	0,29	0,19	0,24	0,08	0,15	0,27	0,17
3128	97,80	48,90	0,32	0,21	0,25	0,09	0,15	0,28	0,18
3190	102,00	51,00	0,38	0,22	0,27	0,09	0,16	0,30	0,18
3260	107,00	53,50	0,43	0,23	0,29	0,10	0,16	0,33	0,19
3344	112,00	56,00	0,46	0,25	0,34	0,11	0,17	0,35	0,20
3416	117,00	58,50	0,55	0,27	0,37	0,12	0,17	0,37	0,21
3480	121,00	60,50	0,61	0,30	0,40	0,12	0,17	0,41	0,22
3552	126,00	63,00	0,66	0,32	0,43	0,13	0,17	0,44	0,22
3628	131,00	65,50	0,71	0,34	0,46	0,14	0,18	0,47	0,23
3706	136,00	68,00	0,79	0,37	0,50	0,15	0,18	0,50	0,24
3784	141,00	70,50	0,90	0,40	0,55	0,15	0,18	0,54	0,24
3846	145,00	72,50	0,96	0,42	0,59	0,15	0,18	0,57	0,25
3930	150,00	75,00	1,07	0,45	0,64	0,15	0,19	0,61	0,25
4006	155,00	77,50	1,16	0,48	0,68	0,15	0,19	0,65	0,25
4082	160,00	80,00	1,27	0,52	0,72	0,15	0,20	0,68	0,26
4180	165,00	82,50	1,58	0,58	0,81	0,15	0,19	0,70	0,26
4222	129,00	64,50	2,80	1,18	1,01	0,05	0,08	0,60	0,21
4318	133,00	66,50	2,92	1,24	1,05	0,05	0,08	0,61	0,22
4440	139,00	69,50	3,20	1,31	1,10	0,06	0,08	0,62	0,23
4514	143,00	71,50	3,40	1,35	1,13	0,06	0,08	0,63	0,23
4620	148,00	74,00	3,52	1,40	1,18	0,06	0,08	0,65	0,24
4718	153,00	76,50	3,68	1,44	1,22	0,07	0,08	0,66	0,25
4820	158,00	79,00	3,96	1,48	1,27	0,08	0,08	0,68	0,25
4926	163,00	81,50	4,20	1,53	1,31	0,08	0,08	0,70	0,26
5038	167,00	83,50	4,28	1,57	1,35	0,08	0,09	0,71	0,27
5090	168,00	84,00	4,44	1,58	1,37	0,09	0,09	0,72	0,27
5172	164,00	82,00	4,68	1,59	1,39	0,08	0,10	0,71	0,26

Specimen HR100-1

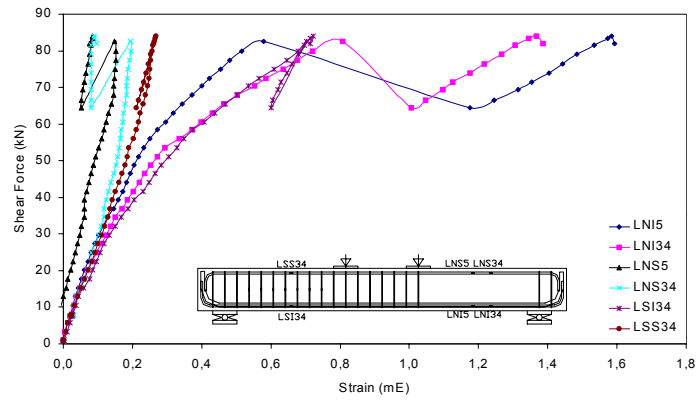
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Transversal reinforcement strain						
				ϵ_{ES1E} mε	ϵ_{ES2W} mε	ϵ_{ES3E} mε	ϵ_{ES4W} mε	ϵ_{ES5E} mε	ϵ_{ES6W} mε	ϵ_{ES7E} mε
0	1,82	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
280	2,26	1,13	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
682	6,69	3,35	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
818	11,50	5,75	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1134	15,10	7,55	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1502	15,40	7,70	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
1668	16,20	8,10	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
1840	21,00	10,50	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
1940	25,80	12,90	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
2036	30,60	15,30	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
2124	35,50	17,75	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
2206	40,20	20,10	0,02	0,02	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,01
2288	45,10	22,55	0,02	0,02	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,01
2364	49,70	24,85	0,00	0,03	-0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	-0,01
2442	54,60	27,30	0,03	0,03	-0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	-0,01
2518	59,40	29,70	0,04	0,03	-0,01	-0,01	0,02	0,00	0,00	-0,01
2594	64,20	32,10	0,05	0,04	-0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	-0,01
2670	69,00	34,50	0,09	0,04	-0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	-0,01
2748	73,80	36,90	0,11	0,05	-0,02	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00
2826	78,60	39,30	0,12	0,05	-0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,00
2904	83,30	41,65	0,17	0,05	-0,02	0,01	0,06	0,01	0,01	0,00
2982	88,30	44,15	0,24	0,05	-0,02	0,01	0,06	0,01	0,01	0,00
3054	93,00	46,50	0,29	0,05	-0,03	0,01	0,07	0,01	0,02	0,00
3128	97,80	48,90	0,32	0,05	-0,03	0,02	0,07	0,01	0,02	-0,01
3190	102,00	51,00	0,38	0,04	-0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,00
3260	107,00	53,50	0,43	0,04	-0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,00
3344	112,00	56,00	0,46	0,02	-0,02	0,02	0,09	0,02	0,02	0,00
3416	117,00	58,50	0,55	0,01	0,02	0,02	0,09	0,03	0,02	-0,01
3480	121,00	60,50	0,61	0,00	0,14	0,02	0,09	0,03	0,03	-0,01
3552	126,00	63,00	0,66	0,00	0,20	0,03	0,09	0,04	0,03	-0,01
3628	131,00	65,50	0,71	0,00	0,25	0,03	0,10	0,04	0,03	-0,01
3706	136,00	68,00	0,79	0,00	0,30	0,04	0,10	0,05	0,05	-0,01
3784	141,00	70,50	0,90	0,00	0,36	0,05	0,11	0,05	0,09	-0,01
3846	145,00	72,50	0,96	0,01	0,40	0,05	0,11	0,06	0,12	-0,01
3930	150,00	75,00	1,07	0,01	0,48	0,07	0,12	0,07	0,15	-0,01
4006	155,00	77,50	1,16	0,02	0,54	0,10	0,12	0,09	0,17	-0,01
4082	160,00	80,00	1,27	0,03	0,58	0,12	0,13	0,10	0,21	-0,01
4180	165,00	82,50	1,58	0,03	0,63	0,14	0,14	0,12	0,32	-0,01
4222	129,00	64,50	2,80	0,02	0,53	0,14	0,13	0,11	0,31	-0,01
4318	133,00	66,50	2,92	0,02	0,53	0,14	0,12	0,11	0,30	-0,01
4440	139,00	69,50	3,20	0,02	0,54	0,14	0,13	0,12	0,31	-0,02
4514	143,00	71,50	3,40	0,02	0,54	0,14	0,13	0,12	0,31	-0,02
4620	148,00	74,00	3,52	0,02	0,55	0,14	0,13	0,13	0,31	-0,02
4718	153,00	76,50	3,68	0,02	0,56	0,15	0,13	0,13	0,32	-0,02
4820	158,00	79,00	3,96	0,03	0,57	0,16	0,13	0,15	0,33	-0,02
4926	163,00	81,50	4,20	0,03	0,59	0,17	0,13	0,18	0,33	-0,02
5038	167,00	83,50	4,28	0,04	0,61	0,19	0,13	0,22	0,34	-0,02
5090	168,00	84,00	4,44	0,04	0,61	0,19	0,13	0,24	0,35	-0,02
5172	164,00	82,00	4,68	0,04	0,61	0,20	0,13	0,25	0,35	-0,02



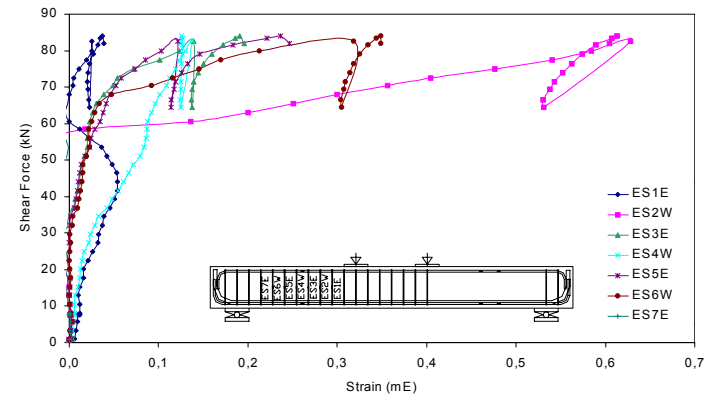
a)



b)



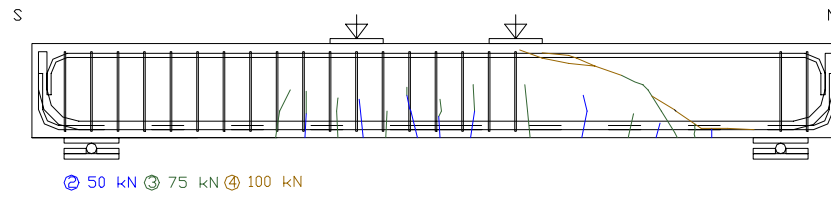
c)



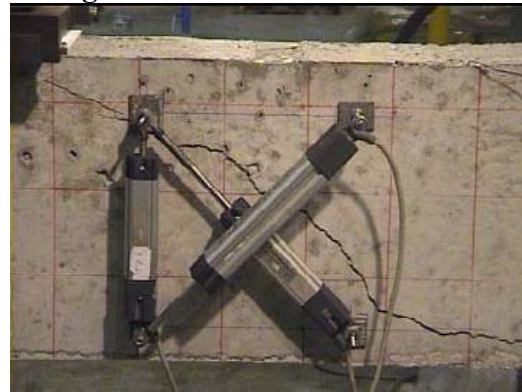
d)

Graphs: a) Shear strain ($m\epsilon$)-Shear force (kN) b) Deformation (mm)-Shear fore (kN), c) Strain of longitudinal bars ($m\epsilon$)-Shear force (kN), d) Strain od stirrups ($m\epsilon$)-Shear force (kN)

Specimen HR100-1- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR100-2

Concrete Properties

$f_c = 39.75 \text{ MPa}$ $f_s = 3.28 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32 + 1\text{Ø}16$
 barras en una línea

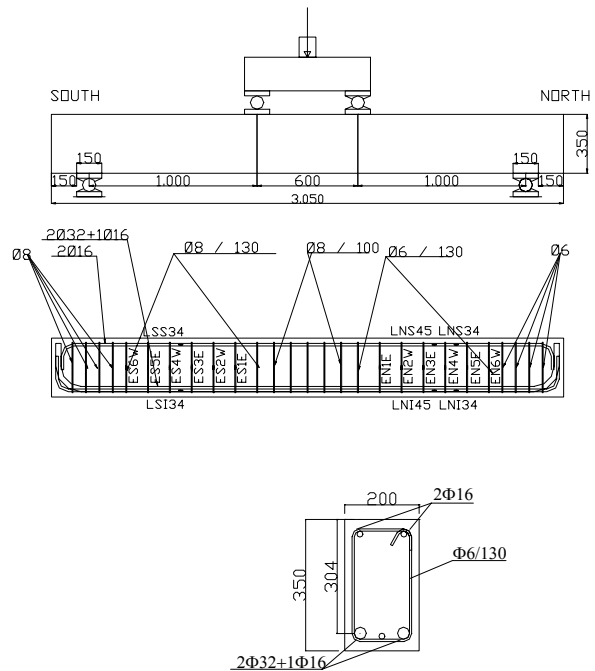
Transversal reinforcement

North side-Failure side
 B-500-S $f_{yk} = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.180 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/130 \text{ mm}$

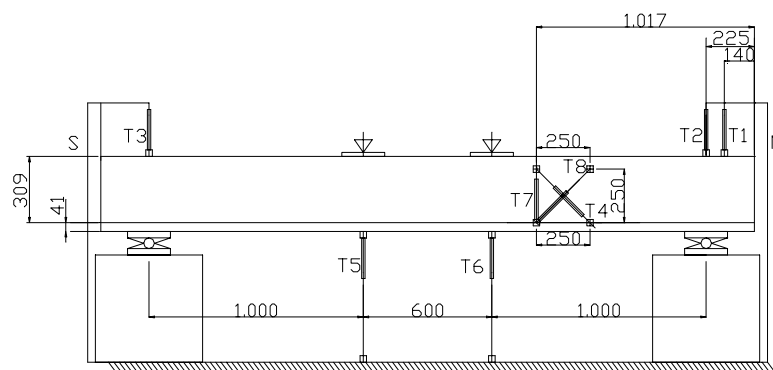
South Side

B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 2.146 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/130 \text{ mm}$

Cast: Nov 22, 2001
 Tested: Jan 22, 2002
 Test duration: 65 min
 Test control: 0.30 mm/min



Summary of Test Observations: The failure shear force was 189.5 kN. The crack force was around 93.5 kN. The failure concrete section, in the north side, yielded at 165 kN (this coincided with two stirrups yielded). But in the north side (failure side), five stirrups yielded. In the south side, one stirrup yielded at 176 kN.



Specimen HR100-2

Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	12,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
116	15,00	7,5	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,00	0,01
454	22,40	11,20	0,05	0,05	0,00	0,02	0,00	0,26	0,23	0,00	0,01
528	30,00	15,00	0,06	0,07	0,00	0,04	0,00	0,40	0,38	0,00	0,01
596	37,50	18,75	0,06	0,09	0,01	0,06	0,00	0,55	0,54	0,00	0,01
660	45,10	22,55	0,07	0,10	0,02	0,08	0,00	0,77	0,71	0,00	0,02
720	52,50	26,25	0,06	0,11	0,03	0,09	0,00	0,94	0,87	0,00	0,01
780	60,00	30,00	0,06	0,12	0,03	0,11	0,00	1,11	1,03	0,00	0,01
842	67,60	33,80	0,06	0,12	0,04	0,12	0,00	1,36	1,23	0,00	0,01
904	75,00	37,50	0,10	0,13	0,04	0,14	0,00	1,56	1,42	0,00	0,02
966	82,60	41,30	0,10	0,13	0,04	0,15	0,00	1,79	1,61	0,00	0,02
1026	90,10	45,05	0,10	0,13	0,05	0,16	0,00	2,02	1,81	0,00	0,02
1086	97,50	48,75	0,15	0,13	0,05	0,18	0,00	2,21	2,01	0,00	0,03
1148	105,00	52,50	0,18	0,14	0,05	0,19	0,00	2,47	2,20	0,01	0,04
1202	112,00	56,00	0,20	0,14	0,05	0,20	-0,01	2,65	2,40	0,01	0,05
1264	120,00	60,00	0,27	0,15	0,06	0,22	0,00	2,84	2,61	0,02	0,06
1316	127,00	63,50	0,34	0,15	0,09	0,23	-0,01	3,05	2,79	0,01	0,08
1378	135,00	67,50	0,44	0,16	0,13	0,23	0,00	3,24	3,03	0,03	0,11
1432	142,00	71,00	0,50	0,16	0,16	0,24	0,00	3,41	3,22	0,04	0,12
1494	150,00	75,00	0,60	0,17	0,19	0,24	-0,01	3,64	3,46	0,05	0,14
1550	157,00	78,50	0,72	0,17	0,23	0,25	-0,01	3,80	3,68	0,06	0,17
1620	165,00	82,50	0,85	0,19	0,24	0,26	-0,01	4,02	3,94	0,07	0,21
1672	172,00	86,00	0,98	0,18	0,25	0,27	-0,01	4,21	4,16	0,08	0,24
1740	180,00	90,00	1,17	0,18	0,27	0,28	-0,01	4,40	4,41	0,10	0,29
1804	187,00	93,50	1,50	0,18	0,29	0,28	-0,01	4,61	4,69	0,12	0,37
1868	195,00	97,50	1,72	0,18	0,32	0,29	-0,01	4,84	4,94	0,14	0,42
1930	202,00	101,00	1,90	0,18	0,34	0,30	-0,01	5,03	5,20	0,16	0,46
1994	210,00	105,00	2,12	0,18	0,35	0,31	-0,01	5,29	5,45	0,19	0,52
2056	217,00	108,50	2,37	0,17	0,37	0,30	-0,02	5,50	5,70	0,22	0,58
2126	225,00	112,50	2,65	0,17	0,38	0,30	-0,02	5,78	5,99	0,25	0,64
2184	232,00	116,00	2,86	0,17	0,40	0,31	-0,03	6,01	6,21	0,29	0,69
2252	240,00	120,00	3,13	0,17	0,42	0,31	-0,04	6,27	6,49	0,32	0,75
2320	247,00	123,50	3,40	0,18	0,44	0,31	-0,05	6,58	6,74	0,36	0,81
2388	255,00	127,50	3,67	0,19	0,46	0,31	-0,05	6,89	7,01	0,40	0,87
2458	262,00	131,00	4,00	0,19	0,49	0,31	-0,06	7,21	7,26	0,45	0,94
2532	270,00	135,00	4,39	0,20	0,51	0,32	-0,07	7,57	7,56	0,51	1,03
2602	277,00	138,50	4,70	0,21	0,54	0,32	-0,08	7,84	7,81	0,55	1,10
2682	285,00	142,50	5,09	0,22	0,57	0,32	-0,08	8,20	8,12	0,58	1,19
2754	292,00	146,00	5,39	0,24	0,63	0,32	-0,09	8,43	8,38	0,61	1,26
2834	300,00	150,00	5,74	0,27	0,67	0,33	-0,10	8,76	8,70	0,65	1,34
2910	307,00	153,50	6,07	0,30	0,73	0,33	-0,10	8,99	8,98	0,69	1,42
3000	315,00	157,50	6,52	0,33	0,78	0,33	-0,10	9,33	9,35	0,74	1,53
3196	330,00	165,00	7,52	0,44	0,91	0,34	-0,09	9,99	10,18	0,88	1,79
3288	337,00	168,50	7,93	0,48	0,96	0,34	-0,09	10,29	10,58	0,96	1,90
3394	345,00	172,50	8,39	0,51	1,01	0,34	-0,06	10,59	11,08	1,04	2,04
3496	352,00	176,00	8,92	0,51	1,03	0,34	-0,03	10,99	11,48	1,13	2,20
3604	360,00	180,00	9,34	0,94	1,06	0,34	-0,01	11,39	11,98	1,19	2,33
3698	367,00	183,50	9,65	0,95	1,08	0,34	0,01	11,79	12,38	1,25	2,43
3806	375,00	187,50	9,94	0,95	1,11	0,34	0,05	12,19	12,88	1,32	2,54
3896	379,00	189,50	10,28	0,94	1,12	0,34	0,12	12,69	13,28	1,43	2,69
4000	364,00	182,00	11,00	0,89	1,12	0,33	0,17	13,09	13,98	1,50	2,92

Specimen HR100-2

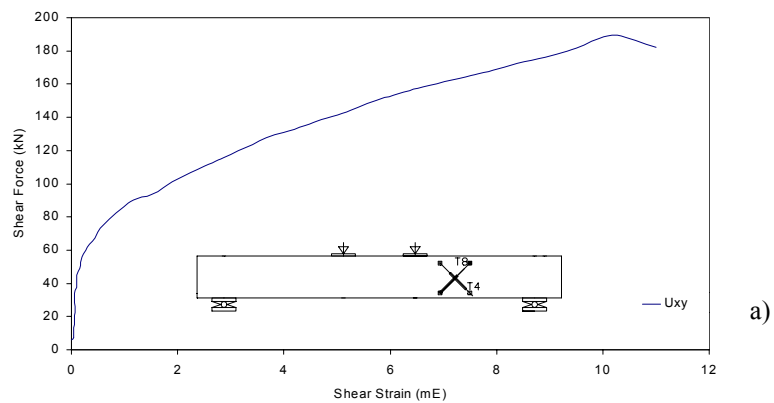
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Longitudinal Reinforcement Strain					
				ϵ_{LN15}	ϵ_{LN134}	ϵ_{LN55}	ϵ_{LN334}	ϵ_{LS134}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	12,00	6,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
116	15,00	7,50	0,04	0,005	0,007	0,003	0,004	0,000	0,000
454	22,40	11,20	0,05	0,017	0,023	0,011	0,015	0,000	0,000
528	30,00	15,00	0,06	0,030	0,039	0,018	0,025	0,000	0,000
596	37,50	18,75	0,06	0,046	0,055	0,020	0,035	0,000	0,000
660	45,10	22,55	0,07	0,057	0,069	0,040	0,053	0,000	0,000
720	52,50	26,25	0,06	0,074	0,091	0,040	0,064	0,000	0,000
780	60,00	30,00	0,06	0,091	0,111	0,050	0,075	0,000	0,000
842	67,60	33,80	0,06	0,106	0,129	0,060	0,090	0,000	0,000
904	75,00	37,50	0,10	0,118	0,148	0,080	0,107	0,000	0,000
966	82,60	41,30	0,10	0,132	0,171	0,090	0,119	0,000	0,000
1026	90,10	45,05	0,10	0,147	0,191	0,090	0,132	0,000	0,000
1086	97,50	48,75	0,15	0,166	0,231	0,100	0,145	0,000	0,000
1148	105,00	52,50	0,18	0,190	0,266	0,120	0,160	0,000	0,000
1202	112,00	56,00	0,20	0,211	0,300	0,120	0,171	0,000	0,000
1264	120,00	60,00	0,27	0,249	0,341	0,130	0,179	0,000	0,000
1316	127,00	63,50	0,34	0,282	0,380	0,130	0,191	0,000	0,000
1378	135,00	67,50	0,44	0,324	0,424	0,140	0,205	0,000	0,000
1432	142,00	71,00	0,50	0,360	0,463	0,150	0,221	0,000	0,000
1494	150,00	75,00	0,60	0,409	0,505	0,150	0,238	0,000	0,000
1550	157,00	78,50	0,72	0,463	0,537	0,150	0,253	0,000	0,000
1620	165,00	82,50	0,85	0,581	0,584	0,150	0,266	0,000	0,000
1672	172,00	86,00	0,98	0,624	0,614	0,160	0,274	0,000	0,000
1740	180,00	90,00	1,17	0,679	0,657	0,150	0,273	0,000	0,000
1804	187,00	93,50	1,50	0,764	0,691	0,150	0,270	0,000	0,000
1868	195,00	97,50	1,72	0,810	0,724	0,150	0,274	0,000	0,000
1930	202,00	101,00	1,90	0,840	0,749	0,170	0,290	0,000	0,000
1994	210,00	105,00	2,12	0,883	0,791	0,170	0,289	0,000	0,000
2056	217,00	108,50	2,37	0,916	0,831	0,170	0,296	0,000	0,000
2126	225,00	112,50	2,65	0,946	0,892	0,180	0,300	0,000	0,000
2184	232,00	116,00	2,86	0,976	0,946	0,180	0,299	0,000	0,000
2252	240,00	120,00	3,13	0,996	1,013	0,180	0,308	0,000	0,000
2320	247,00	123,50	3,40	1,006	1,062	0,190	0,319	0,000	0,000
2388	255,00	127,50	3,67	1,036	1,116	0,190	0,321	0,000	0,000
2458	262,00	131,00	4,00	1,046	1,166	0,190	0,325	0,000	0,000
2532	270,00	135,00	4,39	1,056	1,216	0,200	0,333	0,000	0,000
2602	277,00	138,50	4,70	1,066	1,266	0,210	0,337	0,000	0,000
2682	285,00	142,50	5,09	1,086	1,306	0,210	0,342	0,000	0,000
2754	292,00	146,00	5,39	1,106	1,346	0,220	0,344	0,000	0,000
2834	300,00	150,00	5,74	1,136	1,396	0,210	0,337	0,000	0,000
2910	307,00	153,50	6,07	1,176	1,436	0,210	0,335	0,000	0,000
3000	315,00	157,50	6,52	1,206	1,496	0,210	0,334	0,000	0,000
3196	330,00	165,00	7,52	1,256	1,626	0,220	0,328	0,000	0,000
3288	337,00	168,50	7,93	1,286	1,676	0,230	0,329	0,000	0,000
3394	345,00	172,50	8,39	1,336	1,746	0,230	0,330	0,000	0,000
3496	352,00	176,00	8,92	1,396	1,826	0,220	0,335	0,000	0,000
3604	360,00	180,00	9,34	1,466	1,906	0,210	0,332	0,000	0,000
3698	367,00	183,50	9,65	1,506	1,976	0,210	0,338	0,000	0,000
3806	375,00	187,50	9,94	1,556	2,056	0,210	0,344	0,000	0,000
3896	379,00	189,50	10,28	1,596	2,136	0,210	0,351	0,000	0,000
4000	364,00	182,00	11,00	1,696	2,266	0,180	0,364	0,000	0,000

Specimen HR100-2

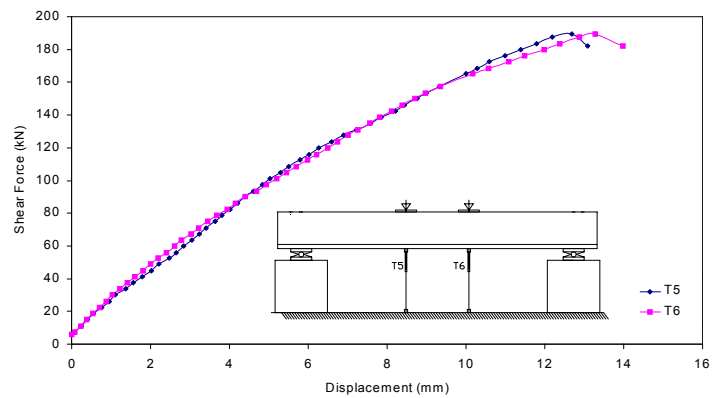
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Transversal Reinforcement Strain (North)					
				ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{EN4W}	ϵ_{EN5E}	ϵ_{EN6W}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	12,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
116	15,00	7,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
454	22,40	11,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
528	30,00	15,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
596	37,50	18,75	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
660	45,10	22,55	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
720	52,50	26,25	0,06	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
780	60,00	30,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
842	67,60	33,80	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
904	75,00	37,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
966	82,60	41,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
1026	90,10	45,05	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
1086	97,50	48,75	0,15	0,03	-0,01	-0,01	0,00	0,02	0,00
1148	105,00	52,50	0,18	0,04	-0,01	-0,02	0,00	0,02	0,00
1202	112,00	56,00	0,20	0,06	-0,01	-0,02	0,00	0,02	0,00
1264	120,00	60,00	0,27	0,08	-0,01	-0,02	0,00	0,02	0,00
1316	127,00	63,50	0,34	0,09	-0,02	-0,01	0,00	0,02	0,00
1378	135,00	67,50	0,44	0,11	-0,02	-0,01	-0,01	0,01	0,00
1432	142,00	71,00	0,50	0,12	0,00	-0,01	-0,03	0,00	0,00
1494	150,00	75,00	0,60	0,15	0,00	0,00	-0,04	0,00	0,00
1550	157,00	78,50	0,72	0,19	0,01	0,02	-0,03	0,00	0,00
1620	165,00	82,50	0,85	0,24	-0,01	0,06	0,44	0,01	0,01
1672	172,00	86,00	0,98	0,29	-0,01	0,06	0,63	0,01	0,00
1740	180,00	90,00	1,17	0,38	0,00	0,08	0,85	0,02	0,01
1804	187,00	93,50	1,50	0,47	0,02	0,12	1,35	0,07	0,00
1868	195,00	97,50	1,72	0,56	0,03	0,15	1,58	0,13	0,00
1930	202,00	101,00	1,90	0,62	0,02	0,17	1,77	0,17	-0,02
1994	210,00	105,00	2,12	0,75	0,04	0,21	2,02	0,25	-0,02
2056	217,00	108,50	2,37	0,86	0,05	0,26	2,19	0,32	-0,02
2126	225,00	112,50	2,65	0,96	0,07	0,33	2,36	0,40	-0,03
2184	232,00	116,00	2,86	1,04	0,08	0,39	2,50	0,46	-0,02
2252	240,00	120,00	3,13	1,15	0,10	0,46	2,63	0,53	-0,02
2320	247,00	123,50	3,40	1,25	0,12	0,53	2,75	0,58	-0,03
2388	255,00	127,50	3,67	1,36	0,15	0,61	2,91	0,64	-0,03
2458	262,00	131,00	4,00	1,52	0,18	0,70	3,03	0,69	-0,03
2532	270,00	135,00	4,39	1,69	0,21	0,80	3,27	0,72	-0,03
2602	277,00	138,50	4,70	1,81	0,24	0,92	3,78	0,78	-0,04
2682	285,00	142,50	5,09	1,91	0,29	1,09	5,21	0,83	-0,04
2754	292,00	146,00	5,39	2,00	0,34	1,24	7,18	0,86	-0,03
2834	300,00	150,00	5,74	2,10	0,40	1,40	9,70	0,91	-0,02
2910	307,00	153,50	6,07	2,19	0,46	1,52	12,00	0,94	-0,02
3000	315,00	157,50	6,52	2,29	0,57	1,72	14,40	0,98	-0,01
3196	330,00	165,00	7,52	2,48	1,02	2,77	16,80	1,08	-0,01
3288	337,00	168,50	7,93	2,57	1,29	3,15	19,20	1,14	-0,01
3394	345,00	172,50	8,39	2,69	1,63	3,69		1,76	-0,01
3496	352,00	176,00	8,92	2,86	2,15	4,34		2,71	0,03
3604	360,00	180,00	9,34	3,08	2,67			4,24	0,27
3698	367,00	183,50	9,65	3,30	3,09			6,32	0,32
3806	375,00	187,50	9,94	3,51	3,72			9,13	0,37
3896	379,00	189,50	10,28	3,64	5,59			10,58	0,40
4000	364,00	182,00	11,00	3,34	10,32			11,78	0,46

Specimen HR100-2

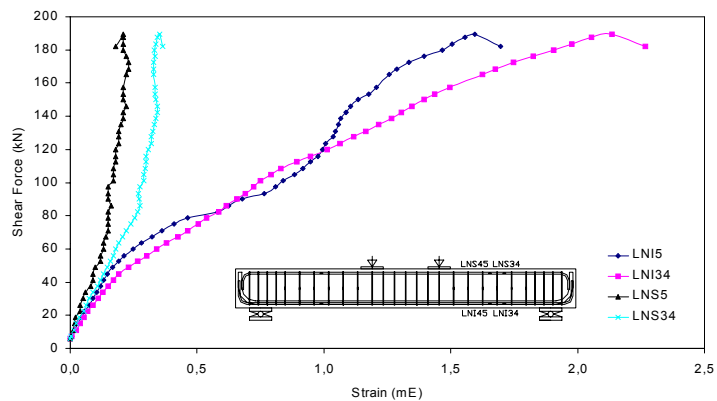
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Transversal Reinforcement Strain (South)					
				ϵ_{ES1E} mε	ϵ_{ES2W} mε	ϵ_{ES3E} mε	ϵ_{ES4W} mε	ϵ_{ES5E} mε	ϵ_{ES6W} mε
0	12,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
116	15,00	7,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
454	22,40	11,20	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
528	30,00	15,00	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
596	37,50	18,75	0,06	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
660	45,10	22,55	0,07	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
720	52,50	26,25	0,06	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
780	60,00	30,00	0,06	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
842	67,60	33,80	0,06	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00
904	75,00	37,50	0,10	0,00	0,06	0,02	-0,01	0,00	0,00
966	82,60	41,30	0,10	0,00	0,07	0,02	-0,01	0,00	0,00
1026	90,10	45,05	0,10	0,00	0,08	0,02	-0,01	0,00	0,00
1086	97,50	48,75	0,15	0,00	0,08	0,03	-0,01	0,00	0,00
1148	105,00	52,50	0,18	-0,01	0,08	0,04	-0,01	0,00	0,00
1202	112,00	56,00	0,20	-0,02	0,09	0,04	-0,01	0,00	0,00
1264	120,00	60,00	0,27	-0,02	0,11	0,06	0,00	0,00	0,00
1316	127,00	63,50	0,34	-0,02	0,12	0,07	0,00	0,00	0,00
1378	135,00	67,50	0,44	-0,01	0,14	0,09	0,05	0,00	0,00
1432	142,00	71,00	0,50	-0,01	0,15	0,10	0,11	0,00	0,00
1494	150,00	75,00	0,60	0,01	0,17	0,13	0,16	0,00	0,00
1550	157,00	78,50	0,72	0,03	0,19	0,16	0,20	0,00	0,00
1620	165,00	82,50	0,85	0,10	0,21	0,19	0,24	0,00	0,00
1672	172,00	86,00	0,98	0,14	0,22	0,21	0,27	0,00	0,00
1740	180,00	90,00	1,17	0,21	0,26	0,27	0,42	0,00	0,00
1804	187,00	93,50	1,50	0,25	0,30	0,32	0,51	0,00	0,00
1868	195,00	97,50	1,72	0,30	0,34	0,39	0,58	0,00	0,00
1930	202,00	101,00	1,90	0,36	0,40	0,57	0,64	0,00	0,00
1994	210,00	105,00	2,12	0,42	0,48	0,73	0,72	0,00	0,00
2056	217,00	108,50	2,37	0,46	0,54	0,86	0,79	0,00	0,00
2126	225,00	112,50	2,65	0,52	0,59	0,95	0,86	0,00	0,00
2184	232,00	116,00	2,86	0,57	0,64	1,02	0,92	0,00	0,00
2252	240,00	120,00	3,13	0,61	0,69	1,10	0,99	0,00	0,00
2320	247,00	123,50	3,40	0,63	0,77	1,15	1,10	0,00	0,00
2388	255,00	127,50	3,67	0,67	0,83	1,22	1,20	0,00	0,00
2458	262,00	131,00	4,00	0,71	0,88	1,29	1,29	0,00	0,00
2532	270,00	135,00	4,39	0,74	0,94	1,36	1,37	0,00	0,00
2602	277,00	138,50	4,70	0,78	0,99	1,43	1,46	0,00	0,00
2682	285,00	142,50	5,09	0,82	1,05	1,49	1,57	0,00	0,00
2754	292,00	146,00	5,39	0,87	1,12	1,54	1,67	0,00	0,00
2834	300,00	150,00	5,74	0,91	1,25	1,62	1,79	0,00	0,00
2910	307,00	153,50	6,07	0,95	1,35	1,68	1,90	0,00	0,00
3000	315,00	157,50	6,52	0,99	1,45	1,75	2,03	0,00	0,00
3196	330,00	165,00	7,52	1,05	1,53	1,86	2,39	0,00	0,00
3288	337,00	168,50	7,93	1,07	1,58	1,91	2,53	0,00	0,00
3394	345,00	172,50	8,39	1,11	1,63	1,99	2,65	0,00	0,00
3496	352,00	176,00	8,92	1,15	1,69	2,08	2,75	0,00	0,00
3604	360,00	180,00	9,34	1,20	1,78	2,17	2,86	0,00	0,00
3698	367,00	183,50	9,65	1,23	1,85	2,26	2,98	0,00	0,00
3806	375,00	187,50	9,94	1,26	1,92	2,34	3,13	0,00	0,00
3896	379,00	189,50	10,28	1,28	1,96	2,40	3,26	0,00	0,00
4000	364,00	182,00	11,00	1,24	1,96	2,34	3,28	0,00	0,00



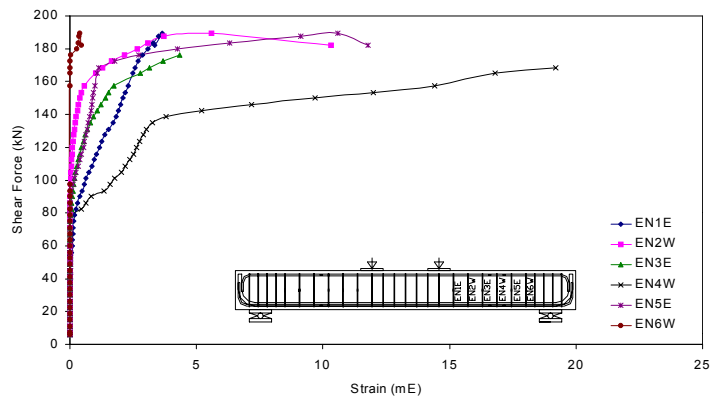
a)



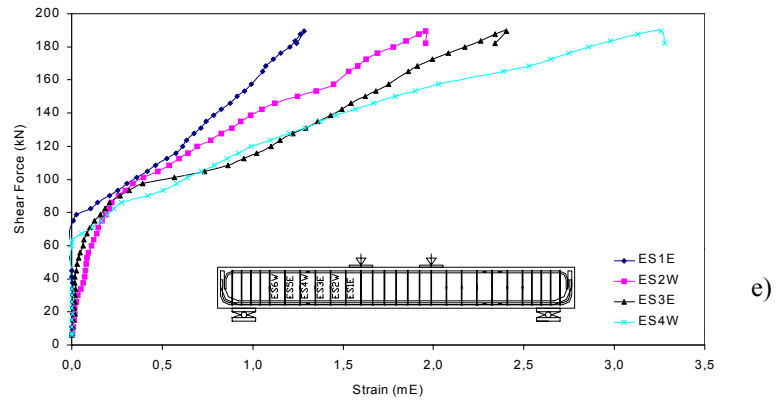
b)



c)



d)

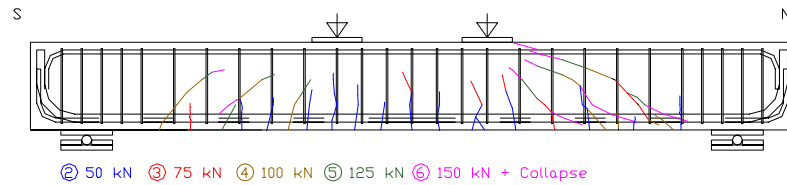


e)

Graphs: a) Shear strain ($m\epsilon$)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars ($m\epsilon$)-Shear force (kN) d) Strain of stirrups of north side ($m\epsilon$)-Shear force (kN), e) Strain of stirrups of south side ($m\epsilon$)-Shear force (kN).

Test Configuration and Cracking Pictures

Specimen HR100-2- Cracking Control



Specimen HR100-3

Concrete Properties

$f_c = 39.75 \text{ MPa}$ $f_s = 3.28 \text{ MPa}$

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $\rho_1 = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$
 barras en una línea

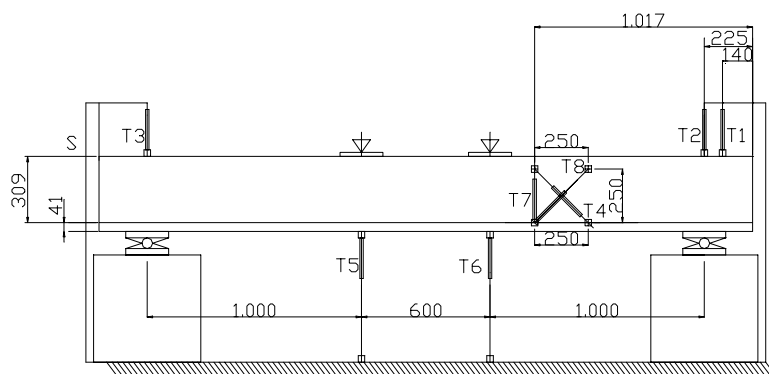
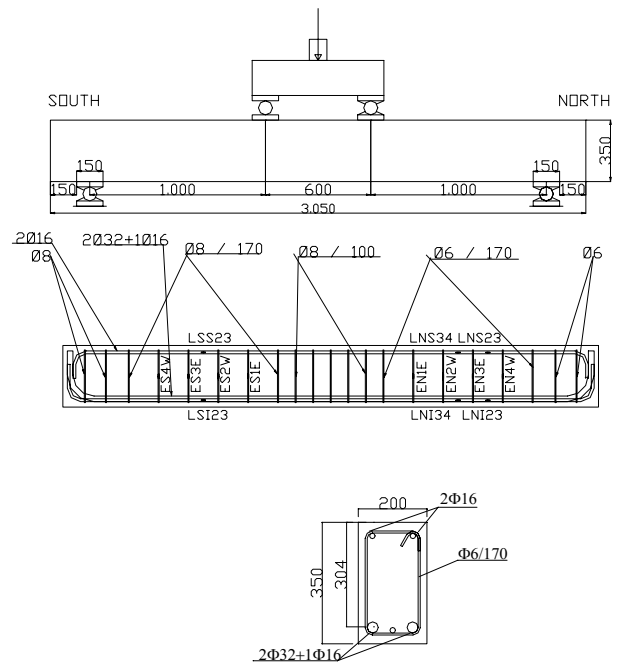
Transversal reinforcement

North side-Failure side
 B-500-S $f_y = 544 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 0.903 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}6/170 \text{ mm}$

South Side
 B-500-S $f_y = 556 \text{ MPa}$
 $\rho_w = 1.640 \text{ MPa}$ stirrups $\text{Ø}8/170 \text{ mm}$

Cast: Nov 20, 2001
 Tested: Jan 15, 2002
 Test duration: 65 min
 Test control: 0.25 mm/min

Summary of Test Observations: The failure shear force was 163 kN. The crack force was around 94 kN, and the transversal reinforcement and concrete section yielded at 152.5 kN. In the south side a stirrup yielded at 149.5 kN.



Specimen HR100-3

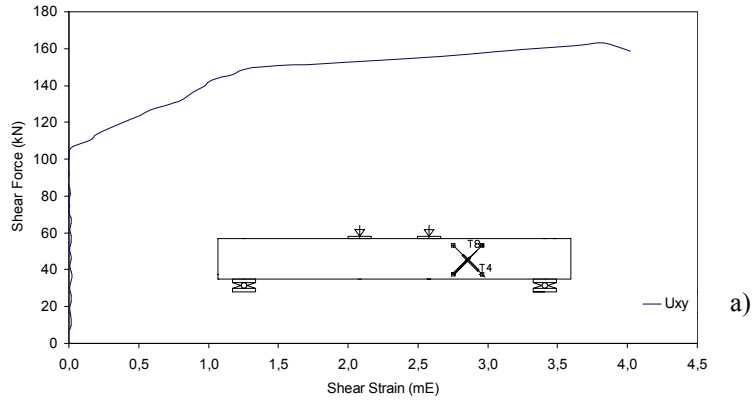
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,107	14,10	7,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
422	19,50	9,75	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,08	0,11	0,00	0,01
506	26,10	13,05	0,02	0,02	0,04	0,05	0,00	0,20	0,23	0,00	0,01
578	32,50	16,25	0,01	0,05	0,08	0,08	0,00	0,33	0,36	0,00	0,01
646	39,10	19,55	0,00	0,06	0,12	0,10	0,00	0,51	0,50	0,00	0,01
710	45,50	22,75	0,02	0,07	0,17	0,12	0,00	0,68	0,63	0,00	0,01
774	52,10	26,05	0,02	0,09	0,21	0,14	0,00	0,81	0,77	0,00	0,01
834	58,50	29,25	0,01	0,09	0,24	0,16	0,01	0,98	0,89	0,00	0,01
894	65,00	32,50	0,01	0,10	0,26	0,17	0,01	1,18	1,05	0,00	0,01
956	71,50	35,75	0,02	0,10	0,29	0,19	0,00	1,35	1,21	0,00	0,01
1020	78,00	39,00	0,02	0,11	0,32	0,20	0,00	1,79	1,37	0,00	0,01
1080	84,40	42,20	0,01	0,11	0,34	0,21	0,00	1,95	1,54	0,00	0,01
1144	91,10	45,55	0,02	0,11	0,35	0,23	0,00	2,13	1,73	0,00	0,01
1202	97,40	48,70	0,01	0,11	0,37	0,25	0,00	2,33	1,89	0,00	0,01
1260	104,00	52,00	0,01	0,10	0,39	0,26	0,00	2,47	2,05	0,00	0,00
1314	110,00	55,00	0,02	0,11	0,40	0,26	0,00	2,60	2,22	0,00	0,01
1376	117,00	58,50	0,02	0,10	0,42	0,27	0,00	2,79	2,40	0,00	0,01
1430	123,00	61,50	0,01	0,10	0,44	0,28	0,00	2,95	2,55	0,00	0,00
1492	130,00	65,00	0,02	0,10	0,45	0,29	0,00	3,09	2,75	0,00	0,01
1544	136,00	68,00	0,02	0,10	0,47	0,30	0,00	3,22	2,91	0,00	0,00
1610	143,00	71,50	0,00	0,10	0,48	0,31	0,00	3,42	3,10	0,00	0,00
1662	149,00	74,50	0,00	0,09	0,50	0,32	0,00	3,54	3,27	0,00	0,00
1728	156,00	78,00	0,00	0,09	0,51	0,33	0,00	3,69	3,48	0,00	0,00
1786	162,00	81,00	0,01	0,09	0,53	0,34	0,00	3,85	3,65	-0,01	0,00
1864	169,00	84,50	0,01	0,08	0,54	0,35	0,00	4,09	3,92	-0,01	0,01
1932	175,00	87,50	-0,02	0,07	0,55	0,36	0,01	4,24	4,13	-0,02	0,00
2000	182,00	91,00	0,00	0,06	0,56	0,37	0,00	4,44	4,35	-0,02	0,00
2090	188,00	94,00	0,00	0,05	0,57	0,38	0,00	4,70	4,69	-0,03	0,00
2162	195,00	97,50	-0,01	0,05	0,59	0,39	0,01	4,87	4,91	-0,03	0,00
2218	201,00	100,50	0,00	0,04	0,60	0,39	0,00	5,05	5,10	-0,03	0,00
2286	208,00	104,00	0,00	0,03	0,61	0,41	0,00	5,26	5,31	-0,02	0,01
2352	214,00	107,00	0,03	0,03	0,62	0,41	0,00	5,44	5,51	-0,01	0,01
2452	221,00	110,50	0,15	0,02	0,64	0,42	-0,02	5,84	5,83	0,00	0,02
2522	227,00	113,50	0,20	0,01	0,64	0,43	-0,02	6,06	6,03	0,00	0,03
2594	234,00	117,00	0,29	0,00	0,65	0,44	-0,03	6,36	6,27	0,00	0,04
2660	240,00	120,00	0,39	0,00	0,67	0,45	-0,04	6,57	6,46	0,01	0,06
2738	247,00	123,50	0,50	-0,01	0,68	0,45	-0,04	6,91	6,69	0,02	0,08
2802	253,00	126,50	0,58	-0,01	0,70	0,46	-0,05	7,12	6,89	0,03	0,10
2890	260,00	130,00	0,73	-0,02	0,71	0,47	-0,05	7,48	7,15	0,04	0,13
2960	266,00	133,00	0,82	-0,02	0,73	0,48	-0,06	7,69	7,37	0,05	0,15
3036	273,00	136,50	0,89	-0,03	0,74	0,49	-0,06	7,98	7,60	0,05	0,16
3102	279,00	139,50	0,97	-0,04	0,74	0,49	-0,07	8,16	7,81	0,06	0,18
3190	286,00	143,00	1,03	-0,04	0,76	0,50	-0,07	8,43	8,10	0,06	0,19
3268	292,00	146,00	1,17	-0,05	0,77	0,51	-0,08	8,66	8,36	0,06	0,21
3356	299,00	149,50	1,31	-0,06	0,78	0,52	-0,09	8,88	8,67	0,07	0,24
3484	305,00	152,50	1,96	-0,07	0,79	0,53	-0,10	9,25	9,17	0,08	0,39
3626	312,00	156,00	2,66	-0,07	0,80	0,54	-0,13	9,65	9,72	0,08	0,54
3722	318,00	159,00	3,17	-0,08	0,80	0,54	-0,14	9,88	10,12	0,09	0,65
3856	325,00	162,50	3,71	-0,09	0,82	0,55	-0,15	10,23	10,62	0,08	0,78
3926	326,00	163,00	3,83	-0,11	0,82	0,56	-0,15	10,43	10,92	0,08	0,80
3964	317,00	158,50	4,02	-0,13	0,82	0,56	-0,17	10,53	11,22	0,06	0,83

Specimen HR100-3

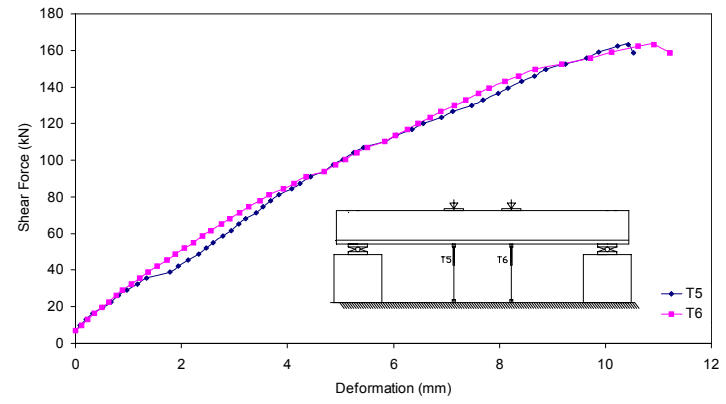
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Longitudinal Reinforcement Strain					
				ϵ_{LNI5}	ϵ_{LNI34}	ϵ_{LNS5}	ϵ_{LNS34}	ϵ_{LSI34}	ϵ_{LSS34}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	14,10	7,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
422	19,50	9,75	0,01	0,02	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01
506	26,10	13,05	0,02	0,03	0,02	-0,03	0,02	0,03	0,02
578	32,50	16,25	0,01	0,06	0,03	-0,04	0,02	0,05	0,03
646	39,10	19,55	0,00	0,08	0,04	-0,05	0,03	0,07	0,04
710	45,50	22,75	0,02	0,11	0,06	-0,07	0,04	0,09	0,06
774	52,10	26,05	0,02	0,13	0,07	-0,09	0,05	0,12	0,07
834	58,50	29,25	0,01	0,15	0,08	-0,10	0,06	0,14	0,08
894	65,00	32,50	0,01	0,18	0,10	-0,12	0,07	0,17	0,09
956	71,50	35,75	0,02	0,21	0,11	-0,13	0,08	0,20	0,11
1020	78,00	39,00	0,02	0,23	0,12	-0,15	0,09	0,22	0,13
1080	84,40	42,20	0,01	0,26	0,14	-0,17	0,11	0,25	0,14
1144	91,10	45,55	0,02	0,28	0,16	-0,18	0,12	0,27	0,16
1202	97,40	48,70	0,01	0,31	0,18	-0,20	0,13	0,30	0,17
1260	104,00	52,00	0,01	0,34	0,21	-0,22	0,14	0,33	0,18
1314	110,00	55,00	0,02	0,36	0,23	-0,23	0,15	0,35	0,20
1376	117,00	58,50	0,02	0,40	0,25	-0,25	0,16	0,38	0,21
1430	123,00	61,50	0,01	0,42	0,27	-0,26	0,17	0,41	0,22
1492	130,00	65,00	0,02	0,45	0,30	-0,28	0,18	0,46	0,24
1544	136,00	68,00	0,02	0,47	0,34	-0,29	0,18	0,49	0,25
1610	143,00	71,50	0,00	0,50	0,39	-0,30	0,19	0,52	0,26
1662	149,00	74,50	0,00	0,53	0,41	-0,31	0,19	0,55	0,27
1728	156,00	78,00	0,00	0,56	0,44	-0,32	0,20	0,60	0,28
1786	162,00	81,00	0,01	0,59	0,47	-0,33	0,21	0,65	0,28
1864	169,00	84,50	0,01	0,62	0,51	-0,34	0,21	0,80	0,27
1932	175,00	87,50	-0,02	0,66	0,54	-0,34	0,22	0,85	0,28
2000	182,00	91,00	0,00	0,71	0,59	-0,34	0,23	0,89	0,30
2090	188,00	94,00	0,00	0,75	0,70	-0,32	0,19	0,92	0,31
2162	195,00	97,50	-0,01	0,80	0,72	-0,30	0,19	0,97	0,32
2218	201,00	100,50	0,00	0,83	0,74	-0,31	0,19	1,01	0,33
2286	208,00	104,00	0,00	0,88	0,76	-0,31	0,20	1,04	0,35
2352	214,00	107,00	0,03	0,95	0,78	-0,31	0,20	1,07	0,36
2452	221,00	110,50	0,15	1,05	0,82	-0,30	0,20	1,11	0,34
2522	227,00	113,50	0,20	1,11	0,86	-0,28	0,21	1,14	0,35
2594	234,00	117,00	0,29	1,16	0,90	-0,28	0,21	1,18	0,36
2660	240,00	120,00	0,39	1,20	0,94	-0,28	0,21	1,22	0,37
2738	247,00	123,50	0,50	1,25	0,99	-0,27	0,22	1,26	0,38
2802	253,00	126,50	0,58	1,28	1,02	-0,26	0,22	1,29	0,40
2890	260,00	130,00	0,73	1,33	1,07	-0,25	0,23	1,33	0,41
2960	266,00	133,00	0,82	1,37	1,10	-0,24	0,24	1,37	0,43
3036	273,00	136,50	0,89	1,41	1,13	-0,24	0,25	1,40	0,44
3102	279,00	139,50	0,97	1,44	1,16	-0,23	0,26	1,43	0,46
3190	286,00	143,00	1,03	1,49	1,20	-0,19	0,27	1,47	0,48
3268	292,00	146,00	1,17	1,54	1,24	-0,10	0,28	1,50	0,49
3356	299,00	149,50	1,31	1,58	1,27	0,00	0,29	1,53	0,52
3484	305,00	152,50	1,96	1,62	1,31	0,32	0,30	1,56	0,54
3626	312,00	156,00	2,66	1,67	1,36	0,60	0,30	1,60	0,56
3722	318,00	159,00	3,17	1,72	1,40	0,76	0,29	1,63	0,58
3856	325,00	162,50	3,71	1,78	1,45	0,91	0,29	1,68	0,59
3926	326,00	163,00	3,83	1,81	1,47	0,82	0,31	1,68	0,61
3964	317,00	158,50	4,02	1,79	1,47	0,39	0,40	1,66	0,61

Specimen HR100-3

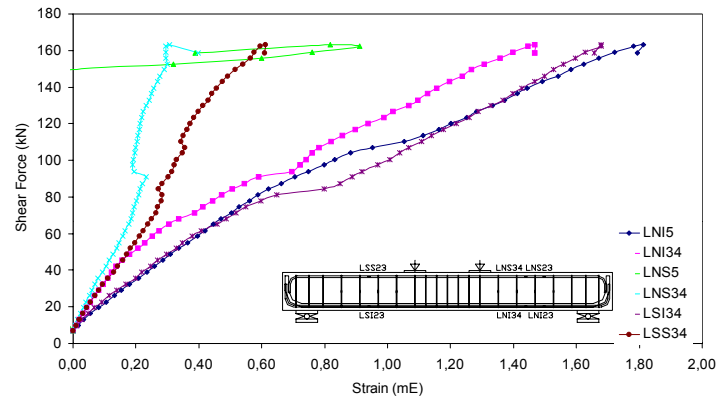
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Transversal Reinforcement Strain							
				ϵ_{EN1E}	ϵ_{EN2W}	ϵ_{EN3E}	ϵ_{EN4W}	ϵ_{ES1E}	ϵ_{ES2W}	ϵ_{ES3E}	ϵ_{ES4W}
seg	kN	kN	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε	mε
0	14,10	7,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
422	19,50	9,75	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
506	26,10	13,05	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
578	32,50	16,25	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
646	39,10	19,55	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
710	45,50	22,75	0,02	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
774	52,10	26,05	0,02	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
834	58,50	29,25	0,01	-0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01
894	65,00	32,50	0,01	-0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01
956	71,50	35,75	0,02	-0,02	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01
1020	78,00	39,00	0,02	-0,02	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
1080	84,40	42,20	0,01	-0,03	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	-0,01	0,00
1144	91,10	45,55	0,02	-0,04	0,00	0,03	0,03	0,03	-0,01	-0,01	0,00
1202	97,40	48,70	0,01	-0,04	0,00	0,03	0,03	0,04	0,00	-0,01	0,00
1260	104,00	52,00	0,01	-0,05	0,00	0,03	0,03	0,05	0,00	-0,01	0,00
1314	110,00	55,00	0,02	-0,05	0,00	0,04	0,03	0,06	-0,01	-0,01	0,00
1376	117,00	58,50	0,02	-0,06	0,00	0,05	0,04	0,07	-0,01	-0,01	0,00
1430	123,00	61,50	0,01	-0,07	0,00	0,06	0,04	0,08	-0,01	-0,01	0,00
1492	130,00	65,00	0,02	-0,07	0,00	0,08	0,04	0,09	-0,03	-0,01	0,00
1544	136,00	68,00	0,02	-0,08	0,00	0,09	0,05	0,11	-0,04	-0,01	0,00
1610	143,00	71,50	0,00	-0,09	0,00	0,11	0,05	0,13	-0,04	-0,01	0,00
1662	149,00	74,50	0,00	-0,10	0,00	0,12	0,06	0,16	-0,04	0,00	0,01
1728	156,00	78,00	0,00	-0,11	0,00	0,14	0,07	0,18	-0,05	0,00	0,00
1786	162,00	81,00	0,01	-0,11	0,00	0,16	0,08	0,21	-0,06	0,03	0,01
1864	169,00	84,50	0,01	-0,11	0,00	0,20	0,11	0,25	0,50	0,07	0,01
1932	175,00	87,50	-0,02	-0,10	0,00	0,25	0,14	0,27	0,77	0,10	0,00
2000	182,00	91,00	0,00	-0,05	0,00	0,28	0,23	0,28	0,93	0,17	0,03
2090	188,00	94,00	0,00	0,00	0,00	0,49	1,35	0,29	1,08	0,22	0,05
2162	195,00	97,50	-0,01	0,04	0,00	0,53	1,63	0,30	1,20	0,24	0,07
2218	201,00	100,50	0,00	0,06	0,00	0,56	1,78	0,32	1,29	0,27	0,09
2286	208,00	104,00	0,00	0,09	0,00	0,59	1,94	0,33	1,39	0,30	0,13
2352	214,00	107,00	0,03	0,11	0,00	0,61	2,08	0,34	1,49	0,37	0,21
2452	221,00	110,50	0,15	0,15	0,00	0,65	2,27	0,35	1,65	0,80	1,01
2522	227,00	113,50	0,20	0,17	0,00	0,69	2,43	0,35	1,72	0,92	1,24
2594	234,00	117,00	0,29	0,19	0,00	0,73	2,59	0,36	1,81	1,00	1,35
2660	240,00	120,00	0,39	0,23	0,00	0,78	2,76	0,38	1,90	1,06	1,44
2738	247,00	123,50	0,50	0,27	0,00	0,85	3,04	0,39	2,00	1,15	1,53
2802	253,00	126,50	0,58	0,30	0,00	0,92	3,38	0,40	2,08	1,22	1,59
2890	260,00	130,00	0,73	0,33	0,00	1,09	4,28	0,41	2,18	1,27	1,69
2960	266,00	133,00	0,82	0,36	0,00	1,20	4,76	0,41	2,27	1,31	1,76
3036	273,00	136,50	0,89	0,39	0,00	1,32	5,17	0,42	2,36	1,36	1,85
3102	279,00	139,50	0,97	0,43	0,00	1,42	5,66	0,43	2,44	1,39	1,92
3190	286,00	143,00	1,03	0,48	0,00	1,58	6,57	0,44	2,55	1,45	2,01
3268	292,00	146,00	1,17	0,53	0,00	1,81	7,75	0,44	2,67	1,49	2,10
3356	299,00	149,50	1,31	0,58	0,00	2,06	9,27	0,44	2,84	1,52	2,18
3484	305,00	152,50	1,96	0,67	0,00	2,66		0,45	3,23	1,56	2,30
3626	312,00	156,00	2,66	0,75	0,00	2,83		0,47	3,58	1,61	2,41
3722	318,00	159,00	3,17	0,79	0,00	2,94		0,52	3,86	1,65	2,48
3856	325,00	162,50	3,71	0,85	0,00	3,08		0,57	4,39	1,71	2,57
3926	326,00	163,00	3,83	0,84	0,00	3,16		0,58	4,69	1,72	2,61
3964	317,00	158,50	4,02	0,82	0,00	3,39		0,57	4,75	1,70	2,61



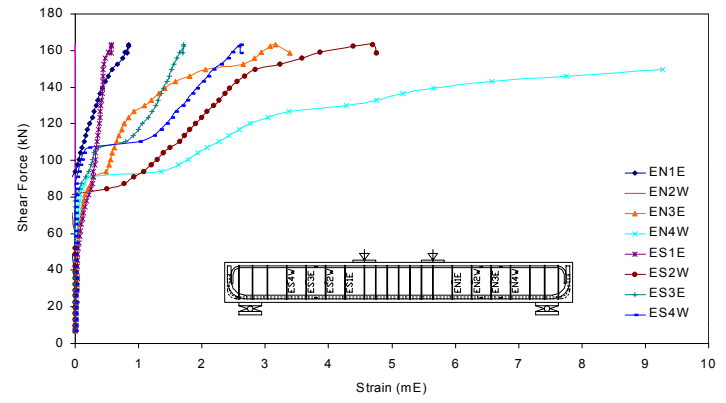
a)



b)



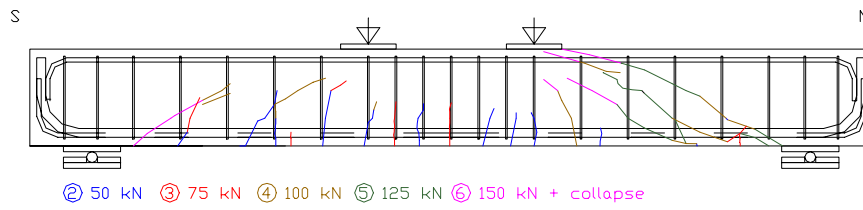
c)



d)

Graphs: a) Shear strain (mE)-Shear Force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mE)-Shear Force (kN), d) Strain of stirrups (mE)-Shear force (kN)

Specimen HR100-3- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures



Specimen HR100-4

Concrete Properties

$f_c = 39.75$ MPa $f_s = 3.28$ MPa

Longitudinal Reinforcement

B-500-S $f_{yk} = 500$ MPa
 $\rho_l = 2.92\%$ $2\text{Ø}32+1\text{Ø}16$

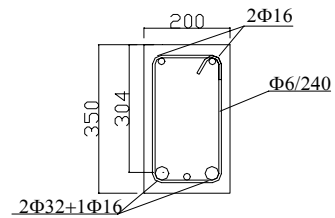
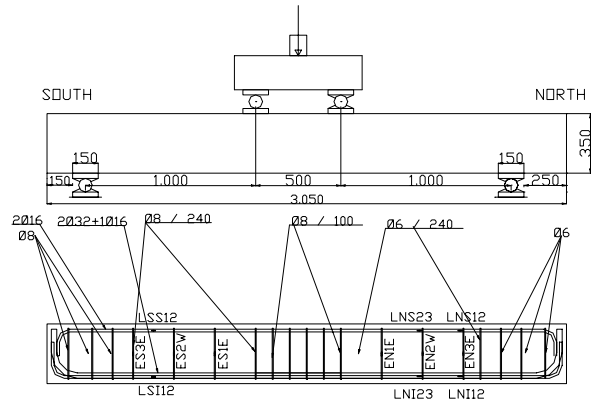
Transversal reinforcement

North side-failure
 B-500-S $f_{yk} = 544$ MPa
 $\rho_w = 0.636$ MPa stirrups $\text{Ø}6/240$ mm

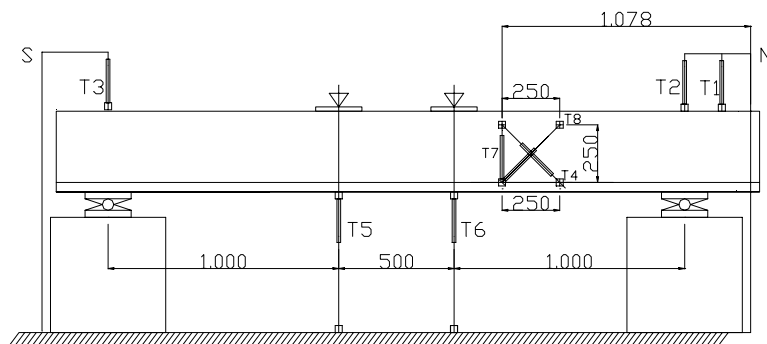
South Side

B-500-S $f_y = 556$ MPa
 $\rho_w = 1.162$ MPa stirrups $\text{Ø}8/240$ mm

Cast: Nov 22, 2001
 Tested: Jan 21, 2002
 Test duration: 70 min
 Test control: 0.25 mm/min



Summary of Test Observations: The failure shear force was 168 kN. The crack force was around 83.5 kN. In the north side the concrete section yielded at 147.5 kN (when two stirrups yielded), where the failure of the beam occurred. Also the concrete section of south section yielded at 164 kN. (On this case also the yield force was assumed the load in which two stirrups yielded).



Specimen HR100-4

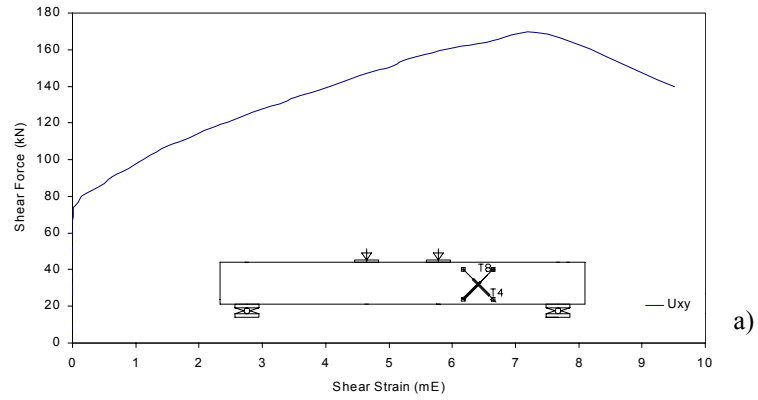
Time	Load	Shear	Shear Strain γ_{xy}	Deformation							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
seg	kN	kN	mε	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,106	14,90	7,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
460	20,10	10,05	-0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,08	0,10	0,00	0,00
562	26,80	13,40	-0,01	0,01	0,02	0,03	0,00	0,19	0,23	0,00	0,00
646	33,50	16,75	-0,01	0,03	0,08	0,05	0,00	0,32	0,36	0,00	0,00
722	40,30	20,15	-0,01	0,04	0,11	0,07	0,00	0,44	0,49	0,00	0,00
790	46,90	23,45	-0,03	0,04	0,12	0,09	0,00	0,53	0,62	0,00	-0,01
854	53,60	26,80	0,00	0,04	0,14	0,12	0,00	0,64	0,76	0,00	0,00
918	60,40	30,20	0,00	0,04	0,16	0,13	0,00	0,78	0,90	0,00	0,00
980	67,00	33,50	-0,03	0,03	0,17	0,16	0,00	0,94	1,04	0,00	0,00
1046	73,80	36,90	-0,01	0,02	0,18	0,18	0,00	1,07	1,21	0,00	0,00
1106	80,40	40,20	-0,02	0,01	0,19	0,20	0,00	1,21	1,38	0,00	0,00
1166	87,10	43,55	-0,01	0,00	0,19	0,23	0,00	1,39	1,54	0,00	0,00
1228	93,80	46,90	-0,03	-0,02	0,20	0,25	0,00	1,57	1,71	0,00	0,00
1286	100,00	50,00	0,00	-0,04	0,20	0,27	0,00	1,77	1,88	0,00	0,00
1346	107,00	53,50	-0,01	-0,06	0,20	0,30	0,00	1,99	2,05	0,00	0,00
1406	114,00	57,00	-0,01	-0,08	0,20	0,32	0,00	2,17	2,21	0,00	0,00
1466	121,00	60,50	0,00	-0,10	0,20	0,34	0,00	2,34	2,38	0,00	0,00
1518	127,00	63,50	-0,01	-0,12	0,20	0,35	0,00	2,55	2,54	0,00	0,00
1580	134,00	67,00	0,00	-0,14	0,20	0,37	0,00	2,76	2,71	0,00	0,00
1644	141,00	70,50	0,01	-0,16	0,20	0,39	0,00	2,96	2,89	0,00	0,00
1706	147,00	73,50	0,01	-0,19	0,20	0,42	0,00	3,22	3,09	0,00	0,00
1788	154,00	77,00	0,09	-0,22	0,20	0,45	0,00	3,48	3,33	0,00	0,02
1856	161,00	80,50	0,16	-0,24	0,20	0,47	0,00	3,76	3,54	0,00	0,04
1926	167,00	83,50	0,34	-0,26	0,19	0,49	0,00	3,97	3,77	0,01	0,08
1998	174,00	87,00	0,50	-0,29	0,19	0,51	0,00	4,24	3,98	0,01	0,12
2072	181,00	90,50	0,62	-0,31	0,19	0,52	0,00	4,46	4,22	0,03	0,15
2128	187,00	93,50	0,78	-0,33	0,19	0,54	0,00	4,62	4,39	0,04	0,20
2204	194,00	97,00	0,97	-0,35	0,19	0,55	0,00	4,88	4,64	0,05	0,24
2274	201,00	100,50	1,14	-0,37	0,19	0,58	0,00	5,07	4,88	0,07	0,28
2350	208,00	104,00	1,33	-0,40	0,18	0,59	0,00	5,28	5,12	0,09	0,33
2412	214,00	107,00	1,47	-0,42	0,18	0,60	0,00	5,48	5,34	0,10	0,37
2492	221,00	110,50	1,73	-0,45	0,18	0,61	0,01	5,67	5,60	0,13	0,44
2576	228,00	114,00	1,97	-0,47	0,18	0,63	0,01	5,92	5,90	0,17	0,50
2654	235,00	117,50	2,22	-0,50	0,18	0,64	0,01	6,14	6,16	0,21	0,56
2730	241,00	120,50	2,47	-0,53	0,17	0,65	0,01	6,34	6,43	0,25	0,63
2810	248,00	124,00	2,70	-0,55	0,17	0,66	0,01	6,61	6,71	0,29	0,69
2896	255,00	127,50	2,98	-0,58	0,17	0,68	0,01	6,83	7,01	0,34	0,76
2968	261,00	130,50	3,27	-0,61	0,17	0,69	0,01	7,08	7,27	0,39	0,83
3044	268,00	134,00	3,53	-0,63	0,16	0,69	0,01	7,31	7,54	0,44	0,89
3130	275,00	137,50	3,84	-0,65	0,16	0,70	0,01	7,61	7,85	0,50	0,97
3206	281,00	140,50	4,12	-0,67	0,16	0,71	0,02	7,87	8,12	0,55	1,05
3290	288,00	144,00	4,38	-0,70	0,16	0,72	0,02	8,20	8,41	0,60	1,12
3378	295,00	147,50	4,69	-0,72	0,15	0,73	0,02	8,52	8,72	0,66	1,20
3460	301,00	150,50	5,02	-0,74	0,15	0,74	0,03	8,90	9,00	0,72	1,29
3550	308,00	154,00	5,23	-0,77	0,14	0,75	0,06	9,26	9,32	0,79	1,37
3658	315,00	157,50	5,57	-0,80	0,14	0,76	0,09	9,67	9,68	0,89	1,49
3792	322,00	161,00	6,04	-0,83	0,13	0,77	0,13	10,16	10,09	1,02	1,64
3940	328,00	164,00	6,54	-0,89	0,12	0,78	0,15	10,76	10,69	1,15	1,79
4180	337,00	168,50	7,50	-0,95	0,11	0,79	0,24	11,56	11,59	1,43	2,12
4208	280,00	140,00	9,51	-0,97	0,09	0,77	0,42	11,76	12,39	1,41	2,80

Specimen HR100-4

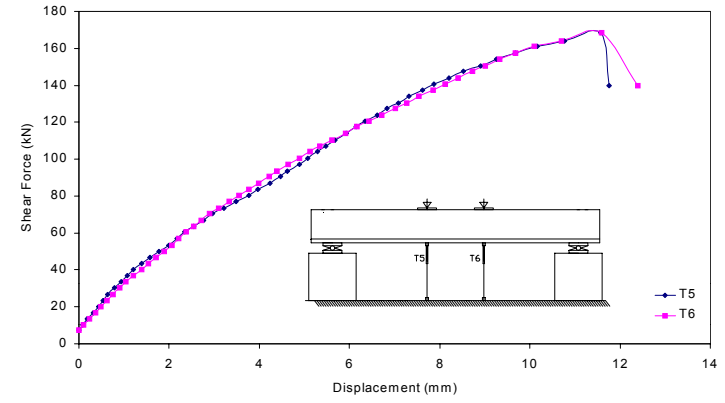
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Longitudinal Reinforcement Strain					
				ϵ_{LNI5} mε	ϵ_{LNI34} mε	ϵ_{LNS5} mε	ϵ_{LNS34} mε	ϵ_{LSI34} mε	ϵ_{LSS34} mε
0	14,90	7,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
460	20,10	10,05	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	-0,01
562	26,80	13,40	-0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	-0,02
646	33,50	16,75	-0,01	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	-0,04
722	40,30	20,15	-0,01	0,04	0,06	0,03	0,05	0,05	-0,06
790	46,90	23,45	-0,03	0,05	0,09	0,04	0,06	0,06	-0,07
854	53,60	26,80	0,00	0,05	0,11	0,05	0,08	0,08	-0,09
918	60,40	30,20	0,00	0,06	0,13	0,06	0,09	0,10	-0,11
980	67,00	33,50	-0,03	0,07	0,15	0,07	0,10	0,12	-0,13
1046	73,80	36,90	-0,01	0,09	0,17	0,08	0,12	0,14	-0,15
1106	80,40	40,20	-0,02	0,10	0,19	0,09	0,13	0,15	-0,16
1166	87,10	43,55	-0,01	0,12	0,22	0,10	0,15	0,17	-0,18
1228	93,80	46,90	-0,03	0,14	0,26	0,11	0,16	0,19	-0,20
1286	100,00	50,00	0,00	0,16	0,29	0,13	0,17	0,22	-0,21
1346	107,00	53,50	-0,01	0,18	0,33	0,13	0,18	0,24	-0,23
1406	114,00	57,00	-0,01	0,20	0,37	0,14	0,19	0,27	-0,25
1466	121,00	60,50	0,00	0,21	0,41	0,15	0,21	0,30	-0,27
1518	127,00	63,50	-0,01	0,23	0,44	0,16	0,22	0,32	-0,29
1580	134,00	67,00	0,00	0,25	0,48	0,18	0,23	0,35	-0,30
1644	141,00	70,50	0,01	0,28	0,52	0,19	0,24	0,39	-0,32
1706	147,00	73,50	0,01	0,33	0,57	0,19	0,24	0,45	-0,34
1788	154,00	77,00	0,09	0,41	0,65	0,18	0,21	0,52	-0,36
1856	161,00	80,50	0,16	0,46	0,69	0,18	0,21	0,56	-0,39
1926	167,00	83,50	0,34	0,49	0,74	0,17	0,21	0,59	-0,41
1998	174,00	87,00	0,50	0,55	0,79	0,17	0,22	0,63	-0,42
2072	181,00	90,50	0,62	0,61	0,82	0,18	0,23	0,66	-0,43
2128	187,00	93,50	0,78	0,66	0,85	0,18	0,24	0,69	-0,44
2204	194,00	97,00	0,97	0,74	0,88	0,19	0,24	0,75	-0,45
2274	201,00	100,50	1,14	0,81	0,91	0,19	0,25	0,80	-0,44
2350	208,00	104,00	1,33	0,87	0,94	0,20	0,26	0,85	-0,45
2412	214,00	107,00	1,47	0,92	0,97	0,20	0,27	0,92	-0,46
2492	221,00	110,50	1,73	1,01	1,00	0,21	0,27	0,98	-0,46
2576	228,00	114,00	1,97	1,08	1,04	0,21	0,28	1,04	-0,48
2654	235,00	117,50	2,22	1,13	1,07	0,22	0,29	1,09	-0,48
2730	241,00	120,50	2,47	1,17	1,11	0,22	0,29	1,16	-0,49
2810	248,00	124,00	2,70	1,21	1,15	0,23	0,30	1,21	-0,50
2896	255,00	127,50	2,98	1,26	1,21	0,23	0,31	1,26	-0,50
2968	261,00	130,50	3,27	1,30	1,30	0,24	0,32	1,30	-0,52
3044	268,00	134,00	3,53	1,33	1,38	0,25	0,33	1,34	-0,52
3130	275,00	137,50	3,84	1,36	1,46	0,25	0,33	1,38	-0,53
3206	281,00	140,50	4,12	1,40	1,52	0,26	0,34	1,42	-0,54
3290	288,00	144,00	4,38	1,44	1,59	0,26	0,35	1,46	-0,55
3378	295,00	147,50	4,69	1,47	1,66	0,27	0,36	1,51	-0,56
3460	301,00	150,50	5,02	1,51	1,73	0,27	0,37	1,56	-0,56
3550	308,00	154,00	5,23	1,55	1,79	0,27	0,38	1,61	-0,58
3658	315,00	157,50	5,57	1,60	1,86	0,28	0,39	1,67	-0,58
3792	322,00	161,00	6,04	1,65	1,93	0,28	0,40	1,78	-0,51
3940	328,00	164,00	6,54	1,68	2,01	0,29	0,41	1,95	-0,20
4180	337,00	168,50	7,50	1,75	2,12	0,30	0,42	2,11	0,13
4208	280,00	140,00	9,51	1,86	2,05	0,29	0,68	1,89	0,24

Specimen HR100-4

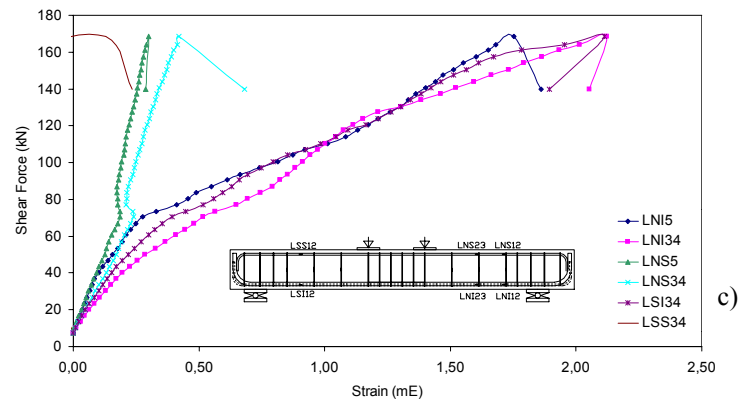
Time seg	Load kN	Shear kN	Shear Strain γ_{xy} mε	Transversal Reinforcement Strain					
				ϵ_{EN1E} mε	ϵ_{EN2W} mε	ϵ_{EN3E} mε	ϵ_{ES1E} mε	ϵ_{ES2W} mε	ϵ_{ES3E} mε
0	14,90	7,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
460	20,10	10,05	-0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
562	26,80	13,40	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
646	33,50	16,75	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
722	40,30	20,15	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
790	46,90	23,45	-0,03	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
854	53,60	26,80	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
918	60,40	30,20	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
980	67,00	33,50	-0,03	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
1046	73,80	36,90	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
1106	80,40	40,20	-0,02	-0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03
1166	87,10	43,55	-0,01	-0,02	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,04
1228	93,80	46,90	-0,03	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04
1286	100,00	50,00	0,00	-0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05
1346	107,00	53,50	-0,01	-0,03	0,02	0,01	0,02	0,00	0,06
1406	114,00	57,00	-0,01	-0,03	0,03	0,01	0,03	0,00	0,08
1466	121,00	60,50	0,00	-0,04	0,03	0,01	0,04	-0,01	0,10
1518	127,00	63,50	-0,01	-0,04	0,04	0,01	0,05	-0,01	0,11
1580	134,00	67,00	0,00	-0,04	0,05	0,01	0,06	0,00	0,12
1644	141,00	70,50	0,01	-0,02	0,07	0,01	0,07	0,03	0,14
1706	147,00	73,50	0,01	0,01	0,14	0,02	0,08	0,08	0,19
1788	154,00	77,00	0,09	0,07	0,55	0,03	0,09	0,24	0,33
1856	161,00	80,50	0,16	0,14	0,76	0,03	0,10	0,39	0,59
1926	167,00	83,50	0,34	0,25	1,13	0,03	0,10	0,49	0,70
1998	174,00	87,00	0,50	0,33	1,41	0,03	0,11	0,60	1,02
2072	181,00	90,50	0,62	0,44	1,61	0,02	0,11	0,73	1,21
2128	187,00	93,50	0,78	0,53	1,76	0,02	0,12	0,83	1,29
2204	194,00	97,00	0,97	0,65	2,00	0,02	0,13	0,97	1,36
2274	201,00	100,50	1,14	0,75	2,18	0,02	0,14	1,09	1,43
2350	208,00	104,00	1,33	0,86	2,27	0,03	0,14	1,24	1,50
2412	214,00	107,00	1,47	0,95	2,32	0,03	0,15	1,43	1,54
2492	221,00	110,50	1,73	1,09	2,41	0,04	0,16	1,64	1,59
2576	228,00	114,00	1,97	1,23	2,51	0,05	0,16	1,83	1,65
2654	235,00	117,50	2,22	1,36	2,58	0,05	0,17	1,96	1,71
2730	241,00	120,50	2,47	1,49	2,64	0,06	0,28	2,01	1,75
2810	248,00	124,00	2,70	1,64	2,70	0,07	0,49	2,03	1,79
2896	255,00	127,50	2,98	1,79	2,78	0,08	0,68	2,09	1,86
2968	261,00	130,50	3,27	2,01	2,83	0,09	0,80	2,14	1,91
3044	268,00	134,00	3,53	2,21	2,91	0,10	0,89	2,21	1,98
3130	275,00	137,50	3,84	2,36	3,03	0,12	1,02	2,30	2,05
3206	281,00	140,50	4,12	2,49	3,19	0,17	1,13	2,40	2,12
3290	288,00	144,00	4,38	2,63	3,49	0,22	1,23	2,53	2,20
3378	295,00	147,50	4,69	2,77	3,94	0,25	1,34	2,73	2,28
3460	301,00	150,50	5,02	2,89	4,41	0,28	1,45	2,97	2,35
3550	308,00	154,00	5,23	3,01	4,91	0,31	1,58	3,40	2,43
3658	315,00	157,50	5,57	3,14	5,56	0,36	1,73	4,14	2,51
3792	322,00	161,00	6,04	3,36	6,13	0,41	1,87	9,40	2,62
3940	328,00	164,00	6,54	3,67	6,59	0,45	1,94		2,76
4180	337,00	168,50	7,50	4,27		0,49	2,18		3,03
4208	280,00	140,00	9,51	4,23		0,55	2,06		2,90



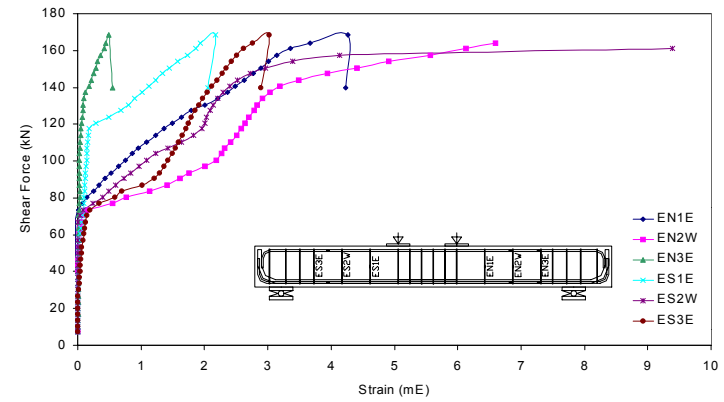
a)



b)



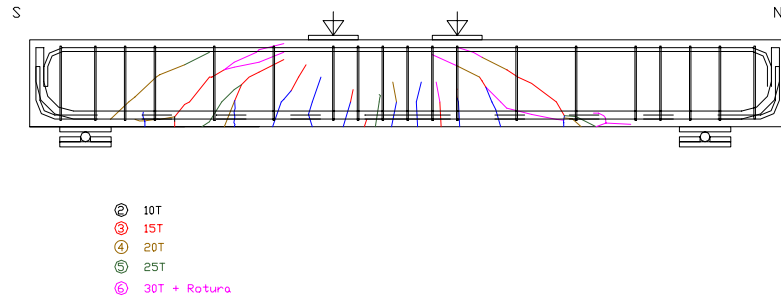
c)



d)

Graphs: a) Deformation of diagonal transducer (mm)-Shear force (kN), b) Displacement (mm)-Shear force (kN), c) Strain of longitudinal bars (mε)-Shear force (kN), d) Strain of stirrups (mε)-Shear force (kN)

Specimen HR100-4- Cracking Control



Test Configuration and Cracking Pictures

