

이질 구조부 보강방법에 따른 혼합구조보의 휨거동 특성에 관한 연구

A study on the properties of flexural behavior according to reinforcing method of Composite beams of different types of structure

임 병 호¹⁾ · 박 정 민²⁾ · 김 화 중³⁾

Lim, Byung Ho Park, Jung Min Kim, Wha Jung

요 약 : 본 연구에서는 단부 RC 중앙보 S조 혼합보에 대해 RC부 주근의 정착방법(플랜지 위에 직접 용접, 스타드 볼트 용접 정착)과 이질구조부(SRC부)의 보강 방법에 따른 구조적 거동 특성을 고찰하였다. 이질구조부 보강방법으로는 무보강, 수직전단보강근 보강(D10-@50), 경사보강(X자형 보강), 수평보강1(웹보강(0.3L)), 수평보강2(웹보강(0.3L)), 수직보강(플랜지보강(0.3L))과 같은 보강방법을 주요변수로 하여 구조적 특성을 상호 비교 분석하였다. 그 결과 보 주근의 정착방법에 따른 연성능력 및 내력 등과 같은 구조적 특성에는 큰 차이가 없었으며, 혼합구조보의 구조적 특성을 극대화시키기 위해서는 이질구조부를 수직보강한 경우와 2열 수평으로 보강한 방법이 가장 효과적인 것으로 나타났다.

ABSTRACT : This study was to investigate structural behavior of composite structure beams composed of end-RC, center-Steel according to respective reinforcing method for connection zone composed of different materials (SRC) while attaching main bars on steel-flange by welding. The main reinforcing methods are as follows : non-reinforcing, vertical shear reinforcing (type-stirrup), inclined reinforcing(type-x), horizontal reinforcing(type-web,0.3L), double horizontal reinforcing (type-web,0.3L), vertical reinforcing (type-flange,0.3L). Consequently, It showed little difference in structural properties like ductility and strength according to the attaching method of main bars. For Maximizing the structural properties of composite beam, the most effective methods were vertical reinforcing one and double horizontal reinforcing one.

핵심용어 : 주근정착방법, 보강방법, 혼합구조보, 응력 매카니즘, 연성능력, 내력

KEYWORDS : Attaching method of Main bar, Reinforcing method, Composite beam, Stress Mechanism, Ductility capacity, Strength

1) 정희원, 경북대학교 건축공학과 박사과정
2) 정희원, 경북전문대학교 건축학과 조교수, 공학박사
3) 정희원, 경북대학교 건축공학과 교수, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 2001년 2월 28일까지 학회로 보내 주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

1. 서론

고층건물의 구조설계 및 건설은 안전성, 시공성 및 경제성을 고려한 가장 적합한 구조방식의 개발과 동시에 가장 효율적인 시공구법을 필요로 하게 되었으며, 이러한 시대적 요구에 대처하기 위한 근본적인 해결책으로서 최근 건축분야에서는 이질재료의 사용에 의한 혼합구조라는 새로운 구조시스템의 개발에 의한 구조물의 구조적 성능향상 및 시공 공법의 합리화와 현대화 방안 등에 대해 다각도로 그 대응책이 제시되고 있다.

이러한 대응책의 하나로서 현재 기둥 부재의 경우 강재와 콘크리트의 장점을 상호보완하여 구조 성능을 극대화시킬 수 있는 콘크리트 충전강관 부재에 대해 많은 연구성과들이 보고되고 있고, 실 시공시에도 적용되고 있다. 하지만 보부재에 대해서는 현재 선진 외국에서는 많은 성과^{(1)~(8)}가 보고되고 있지만 우리 나라의 경우 몇몇 단편적인 연구를 제외하고는 거의 미미한 실정이다.

보의 경우 순수철골조의 경우 대스팬 구조물로의 채용한 유용하나 접합부 강성이 문제점으로 대두될 수 있고 RC조의 경우 철골조에 비해 접합부 강성은 상승시킬 수 있으나, 대스팬 구조물의 응용은 문제가 될 수 있다.

따라서 최근 구조부재의 적재적소를 피한 S조와 RC조를 혼용한 혼합구조보가 주목을 받고 있으며 많은 연구자들에 의해 연구되고 있으며 실시공시에도 이용되고 있는 상황이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 혼합구조보에 대한 기존 연구 성과^{(13),(14)}들을 비교 분석하여 각각의 장단점을 파악하여 효율적인 혼합구조보의 모델을 제시하고자 하였다. 본 연구에서는 단부 RC 중앙 S조 혼합보에 대해 RC부 주근의 정착방법(철골플랜지에 직접 용접, 플랜지위 스티드볼트에 용접)과 이질구조부의 보강방법에 따른 구조적 특성을 고찰하여 상호비교 분석하였다.

2. 실험 개요 및 계획

2.1 시험체 계획

본 연구에서 계획한 시험체는 전단스팬비(a/d)를 2.5로 하여, 이질구조부 보강을 경사보강(X자형보강), 수직전단보강근보강(D10-@50), 수평보강1(웨브보강(0.3L)), 수평보강2(웨브보강(0.3L)), 수직보강 [플랜지보강(0.3 L)]과 같이 보강방법에 따라 5종류의 시험체, 무보강 시험체를 포함하여 각각 주근의 정착방법에 대해서 총 12개

표 1. 시험체 일람

시험체명	단면(mm)		f _c (kgf/cm ²)	사용 철근	인장 철근비 (ρ)	평형 철근비 (ρ _b)	ρ/ρ _b	사용철골	철골비	보주근 집합	보강방법			전단 스팬비
	b	D									수평	수직	경사	
RS25SN	150	300	400	3-D13	0.0094	0.06	0.157	H-200× 100×5.5 ×8	0.0671	스티드 볼트 용접		○		2.5
RS25SS														
RS25SX													○	
RS25SH1											○			
RS25SH2											○			
RS25SV												○		
RS25FN										플랜지 용접				2.5
RS25FS												○		
RS25FX													○	
RS25FH1											○			
RS25FH2											○			
RS25FV												○		

* 시험체 명 : [R(단부 RC) S(중앙부 S)] [25(전단스팬비:2.5)] [S(보주근정합방법: S:스티드용접) F플랜지위 직접용접]]
 [H(전단보강방법 : [N(무보강), S(전단보강근 보강)], X(경사전단보강, H1(수평전단보강 1), H2(수평전단보강 2), V(수직전단보강))]

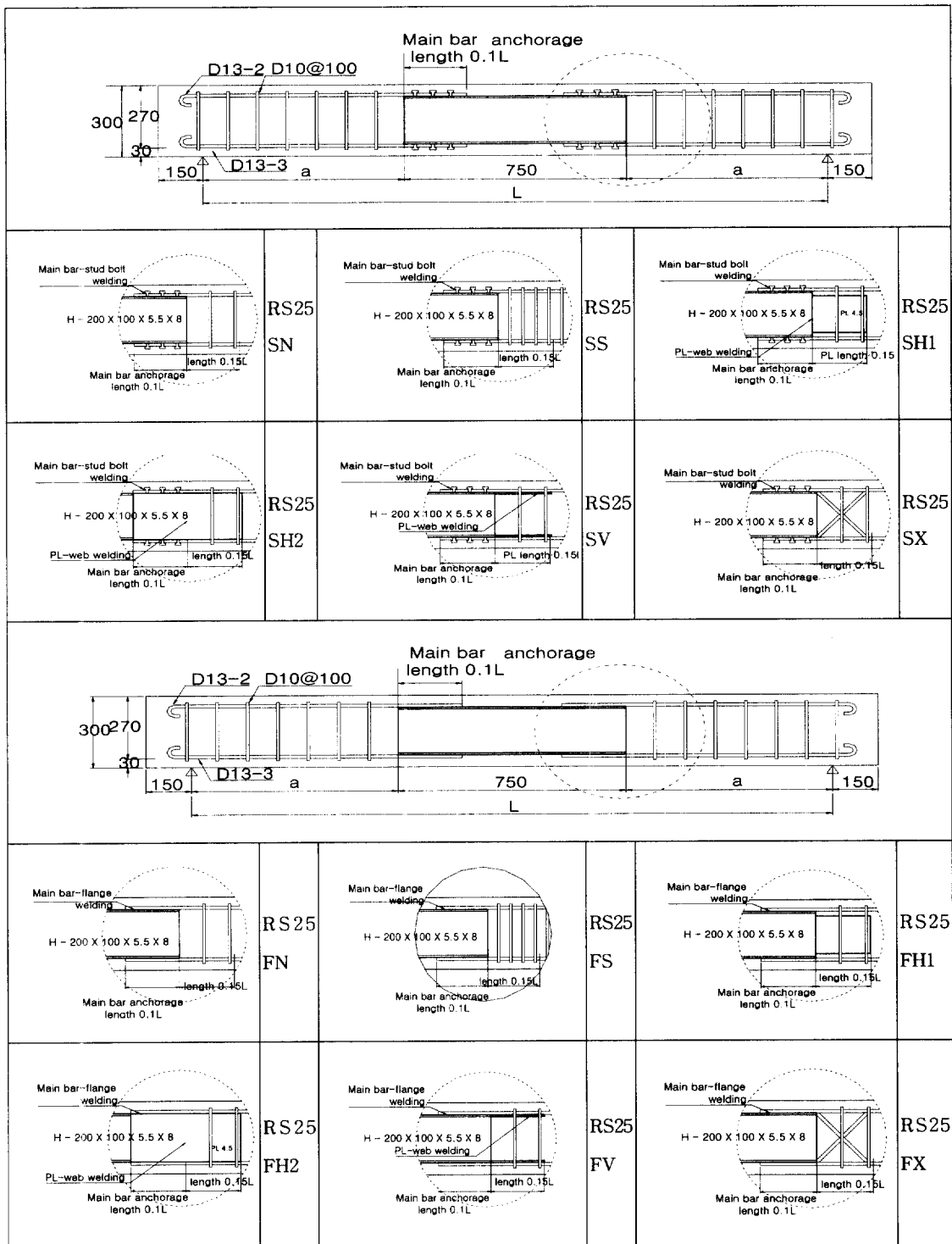


그림 1. 시험체 상세

의 시험체를 제작하였다.

시험체 제작에 사용된 콘크리트의 강도는 400 (kgf/cm²)의 고강도 콘크리트를 사용하였다. 시험체의 일람을 표 1에 나타내었으며, 시험체 상세를 그림 1에 나타내었다.

2.2 가력방법 및 변형측정 위치

혼합구조보 시험체에 대한 가력 방법은 가력프레임에서 유압잭으로 지간의 1/3지점에 가력용 강재보를 이용하여 2점재하 하였으며, 보중앙부 및 이질구조 경계부에 LVDT를 각각 1개씩 총 3개를 설치하여 처짐을 측정하였다. 또한 시험체 각부위의 변형도 분포를 측정하기 위해 압축철근 및 인장철근, 철골 상하부 플랜지 및 웹 플레이트, 늑근, 보강방법에 따른 보강요소에 스트레인 게이지를 부착하였으며, 콘크리트 중앙면과 압축측 콘크리트면에 스트레인 게이지를 부착하여 재하단계별 변형도 분포를 측정하였다.

실험 Set Up 및 LVDT 및 스트레인 게이지 부착 위치를 그림 2에 나타내었다.

3. 소재의 재료적 성질에 관한 실험

혼합구조보 시험체에 사용된 철근 및 철골에 대

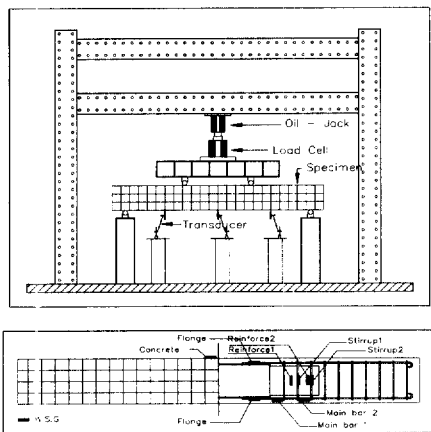


그림 2. 실험 set up 및 게이지 위치

표 2. 강재의 인장강도 시험 결과

구분	σ_y (t/cm ²)	σ_{max} (t/cm ²)	σ_y/σ_{max}	elo(%)
D10	3.988	5.526	0.722	20.1
D13	4.283	6.032	0.710	20.6
HW(철골웹)	3.925	5.299	0.741	19.1
HF(철골플랜지)	3.840	5.227	0.735	20.1
보강판	3.433	4.554	0.754	18.7

표 3. 콘크리트의 배합비 및 시험결과

fc (kgf/cm ²)	Slump (cm)	단위중량 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	Ad
394	15	170	425	678.4	1,053	2.55

주) W:물 C:시멘트 S:모래 G:자갈 Ad:고성능 감수제

해 재료의 역학적 성질을 파악하기 위해 인장 시험을 행하였으며, 콘크리트에 대해서는 콘크리트의 압축강도를 구하기 위해 KS F 2404의 규정에 따라 콘크리트 강도별로 Ø10×20cm의 공시체에 대해 압축강도 실험을 행하였다. 각각의 시험결과를 표 2, 표 3에 나타내었다.

4. 실험 및 실험결과

본 연구는 이질구조부재로 이루어진 혼합구조보의 보강방법에 따른 내력특성 및 변형능력을 고찰하기 위한 것으로 실험결과를 표 4에 나타내었다. 또한 하중과 중앙부 처짐 관계 곡선을 그림 3에 나타내었으며, 시험체의 최종적인 파괴성상을 그림 4에 나타내었다.

5. 실험결과 분석 및 고찰

5.1 하중-처짐 곡선

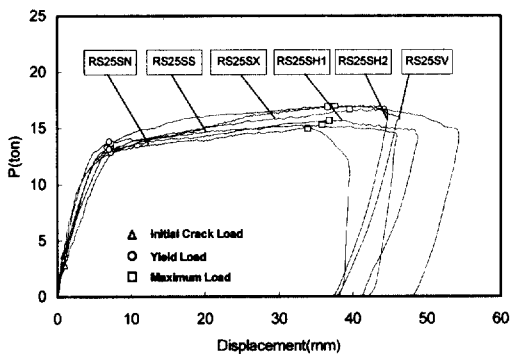
그림 3은 하중단계별 각각의 시험체 중앙부의 하중-처짐 관계를 나타낸 것이다.

전체적인 시험체의 거동 양상은 대체적으로 보강방법에 관계없이 bi-linear적인 거동양상을 나타냈으며, 부재강성은 무보강 시험체에 비해 보강 시험체가 약간씩 상승하였으며, 수평으로 단부쪽에

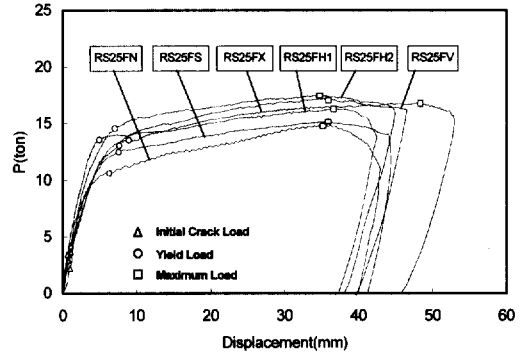
표 4. 실험결과

시험체명	초기균열(휨균열)										전단균열									
	내력 (ton)	처짐 (mm)	변형도($\times 10^{-6}$)								내력 (ton)	처짐 (mm)	변형도($\times 10^{-6}$)							
			Flange	stirrup		ten-bar		shear reinforce		Conc			Flange	stirrup		ten-bar		shear reinforce		Conc
				①	②	①	②	①	②					①	②	①	②	①	②	
RS25SN	2.616	1.012	795	65	50	733	610	-	-	745	11.968	6.454	1605	285	230	1610	1490	-	-	2190
RS25SS	3.321	0.650	730	90	70	890	770	-	-	930	12.325	5.890	1580	550	390	2130	1810	-	-	2880
RS25SX	3.118	0.882	750	120	90	1180	850	190	130	1290	12.589	5.922	1510	850	710	2390	2020	820	650	3170
RS25SH1	3.049	0.858	740	63	20	740	310	0	0	785	12.712	6.105	1610	280	210	1680	1350	90	30	2190
RS25SH2	3.878	0.924	710	70	20	790	330	190	70	790	13.276	5.859	1490	380	250	1820	1770	660	530	2330
RS25SV	3.795	0.940	890	80	30	830	330	280	110	830	12.848	5.895	1790	580	290	1850	1780	1120	950	2190
RS25FN	2.482	1.168	720	67	55	720	550	-	-	760	11.840	6.202	1590	290	220	1665	1420	-	-	2110
RS25FS	2.886	0.730	690	80	60	930	880	-	-	960	12.267	6.960	1660	590	440	2020	1830	-	-	2990
RS25FX	3.244	0.810	720	110	90	1290	990	130	70	1330	12.264	6.170	1390	820	660	2230	1960	890	630	3220
RS25FH1	3.212	0.721	765	55	20	750	330	0	0	780	13.244	5.853	1640	310	180	1650	1490	110	20	2230
RS25FH2	4.138	0.949	720	65	30	820	290	170	80	880	14.442	6.763	1530	330	220	1880	1690	590	480	2210
RS25FV	3.372	1.010	990	90	30	780	250	330	90	860	12.660	6.160	1880	660	310	1790	1630	990	790	2320

시험체명	항복하중										최대하중									
	내력 (ton)	처짐 (mm)	변형도($\times 10^{-6}$)								내력 (ton)	처짐 (mm)	변형도($\times 10^{-6}$)							
			Flange	stirrup		ten-bar		shear reinforce		Conc			Flange	stirrup		ten-bar		shear reinforce		Conc
				①	②	①	②	①	②					①	②	①	②	①	②	
RS25SN	13.118	7.105	2340	420	320	2550	2290	-	-	3090	15.018	34.201	2390	685	590	3360	3290	-	-	3800
RS25SS	12.819	7.430	2030	990	910	3010	2520	-	-	3440	15.268	36.030	2430	1330	1250	3660	3440	-	-	4040
RS25SX	13.001	7.130	2230	880	770	3150	2290	1090	1020	3830	16.707	39.554	2490	1330	1220	3770	3590	1690	1320	4150
RS25SH1	13.195	7.238	2350	410	310	2520	1950	290	80	3150	15.678	36.619	2410	680	530	3320	3110	420	190	3720
RS25SH2	13.801	7.466	2210	430	290	2880	2530	880	765	3350	17.035	37.065	2330	550	440	3390	3180	950	880	3850
RS25SV	13.669	7.429	2490	790	770	2770	2490	1330	1290	3240	16.934	36.970	2750	1050	910	3150	2880	1450	1390	3690
RS25FN	12.606	7.267	2310	430	310	2580	2310	-	-	3120	14.894	35.455	2440	710	660	3430	3320	-	-	3450
RS25FS	12.556	7.680	2150	1030	950	2880	2180	-	-	3390	15.126	35.990	2510	1220	1180	3510	3390	-	-	3950
RS25FX	13.441	8.270	2310	990	810	3220	2330	1050	990	3770	16.810	48.530	2550	1250	1190	3550	3420	1850	1290	4020
RS25FH1	13.501	7.279	2350	440	290	2660	2020	310	90	3030	16.261	36.693	2360	720	660	3230	3030	390	120	3490
RS25FH2	14.581	7.107	2130	490	330	2950	2520	810	710	3290	17.482	34.650	2390	580	490	3440	3220	880	790	3790
RS25FV	13.244	7.290	2550	820	690	2890	2560	1250	1180	3180	17.175	35.790	2690	1090	990	3220	2990	1330	1220	3770



스터드 볼트 용접



플랜지 위 직접 용접

그림 3. 하중-처짐 관계

2열 횡보강한 시험체가 가장 크게 나타났으나 보강방법에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 또한 최대내력 후의 거동 양상은 무보강 시험체의 경우 최대내력 후 내력저하가 급격하게 일어나는 반면 이질구조부를 보강한 시험체의 경우 내력저하가 다소 완만하게 일어났다. 이상에서 살펴본 바와 같이 시험체의 전체적인 거동양상은 보강방법에 따라 약간씩의 차이는 보이나 주근 정착방법에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다.

한편, 각각의 하중 단계별 중앙부 처짐량은 대체적으로 비슷한 양상을 나타냈으며, 항복하중까지의 처짐량은 보강방법에 따른 처짐량의 차이는 크게 보이지 않으며 최대하중시에 있어서의 처짐량은 무보강 시험체에 비해 보강한 시험체가 상대적으로 약간씩 처짐량이 증가한 것으로 나타났다.

5.2 파괴특성

그림 4는 각각의 시험체의 파괴성상을 나타낸 것이다.

무보강 시험체인 RR25FN 시험체는 이질구조 경계부위에서 초기 휨균열이 발생하여 항복하중 이전까지는 휨균열이 지배적인 양상을 이루며 항복하중 이후 휨균열과 전단균열이 복합적으로 발생하면서 균열이 확장, 확산되면서 최종적으로 휨과 전단이 복합적으로 지배하는 파괴양상을 나타내었다.

수직전단보강근 보강(D10-@50)근을 집중 배근한 시험체의 경우 하중 초기에 이질구조 경계부위에서 휨과 전단이 복합적인 균열이 발생하여 하중의 증가에 따라 전단균열이 확장, 확산되어 보주근의 항복 이후 압축측 콘크리트에서 지압파괴가 발생하였으며, 항복하중 이후 최종적인 파괴양상은 휨과 전단이 복합적인 파괴양상을 나타내었다.

X자형으로 경사 보강한 시험체는 이질 구조 경계부위를 기점으로 초기 휨균열 발생후 하중의 증가에 따라 휨균열이 확장, 확산 되면서 전단균열의 양상을 나타내어 전단균열의 폭이 단부쪽으로 많이 확장 확산되었으며, 항복하중 이후 압축측

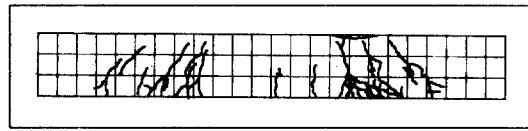
콘크리트에 부분적인 지압파괴와 함께 이질구조 경계부위에서 망상의 균열이 발생하여 다른 시험체에 비해 상대적으로 파괴의 정도가 심하게 나타났다.

웹 내측 중앙부를 수평(웹보강(0.3L)) 횡보강한 시험체는 초기 균열은 이질구조 경계부를 중심으로 수직 휨균열이 발생하여 하중의 증가에 따라 점차 균열이 확장, 확산되면서 단부쪽으로 45도 방향의 전단균열이 형성되었다. 항복하중 이후 압축측 콘크리트 부위에서 지압파괴가 일어났으며 최종적인 파괴양상은 휨과 전단이 복합적인 파괴양상을 나타내었다.

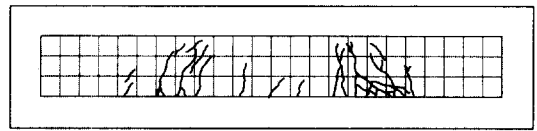
웹 외측을 2열로 수평(웹보강(0.3L)) 횡보강한 시험체는 초기 균열은 이질 경계 부위에서 10cm 정도 떨어진 위치에서 미세한 휨균열이 발생하여 하중의 증가에 따라 균열의 폭이 확장, 확산되면서 전단균열의 양상을 나타내었다. 이후 항복하중에 도달되기전에 수평 횡보강한 보강판 부위를 따라 보강판 상하단부 주위로 수평균열이 발생하였으며, 부분적으로 하단부 콘크리트의 박리가 나타났으며, 최종적인 파괴양상은 전단파괴에 가까운 형상을 나타내었다.

플랜지를 수직보강(플랜지보강(0.3L))한 시험체는 하중 초기단계에서의 균열 양상이 전반적으로 약간의 휨균열이 나타났으나 전단균열 형상에 가까운 균열 형상을 보였으며, 전단균열의 확장, 확산되어 항복하중에 이르렀으나 다른 시험체에 비해 전단균열의 양상이 거의 60도 이상의 경사를 이루어 급격한 파괴양상을 나타냈으며, 항복하중 이후에도 플랜지 상하부 바깥쪽으로 심한 지압파괴가 일어나 부분적으로 콘크리트가 박리 탈락되는 양상을 보였다. 또한 최종 하중 단계에서의 파괴양상은 전반적으로 전단파괴에 가까운 양상을 보였으며, 파괴의 위치도 수직보강한 플랜지 보강판 안에서 이루어짐으로서 다른 시험체에 비해 균열이 폭이 줄어드는 양상을 나타내었다.

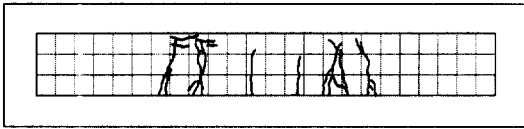
이상에서 살펴본 바와 같이 시험체 파괴성상을 요약하면 주근 정착방법에 따른 차이는 크게 보이



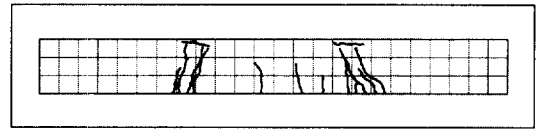
RS25SN



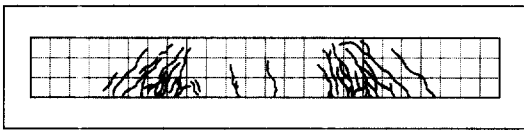
RS25FN



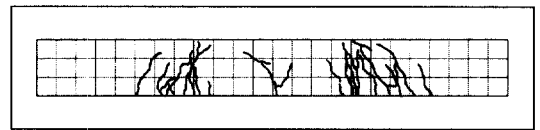
RS25SS



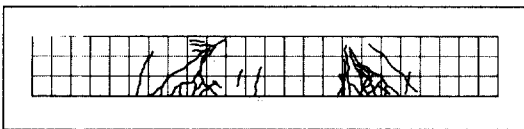
RS25FS



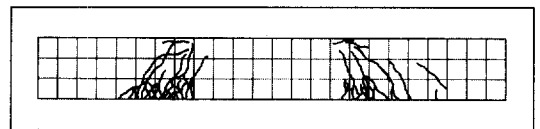
RS25SX



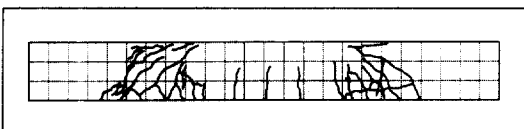
RS25FX



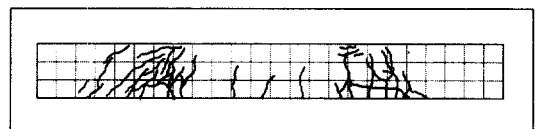
RS25SH1



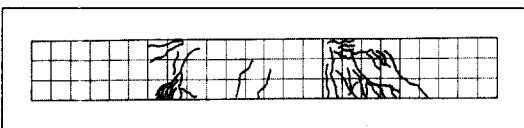
RS25FH1



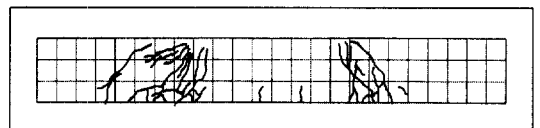
RS25SH2



RS25FH2



RS25SV



RS25FV

그림 4. 시험체 파괴성상

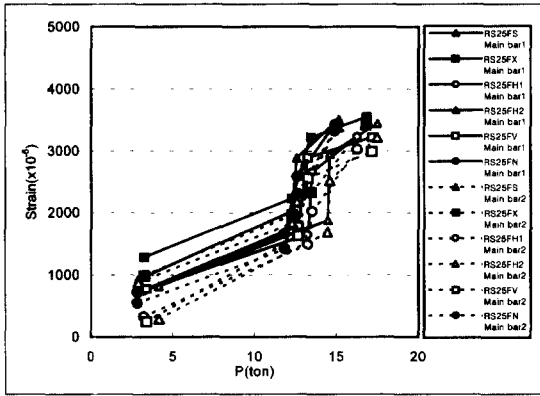
지 않으며, 시험체의 파괴형태 및 위치는 보강 방법에 따라 약간씩의 차이는 있지만 대체적으로 비슷한 양상을 나타냈으며, 균열의 범위는 보강방법에 따라 많은 차이를 보였다.

5.3 이질구조부 변형도의 분포

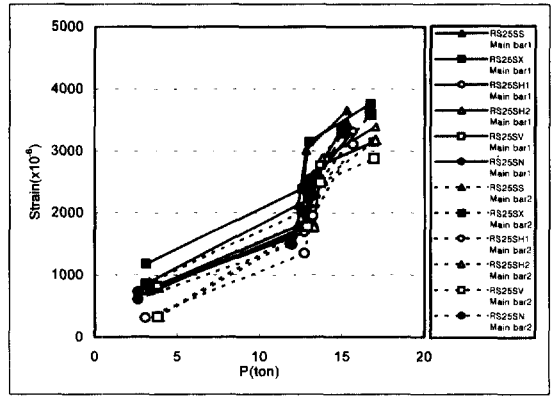
5.3.1 주근, 플랜지, 콘크리트의 변형도 분포

그림 5는 하중 단계별 이질구조 부위의 각 요소별 변형도 분포를 나타낸 것이다.

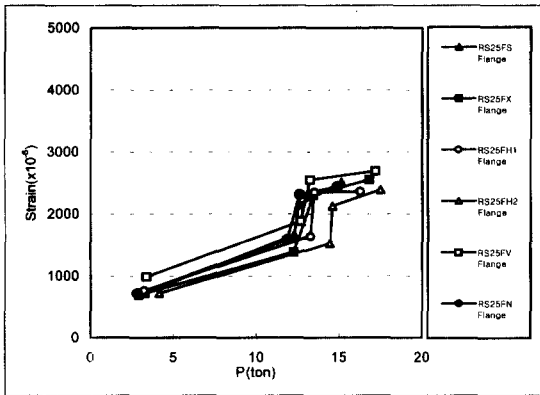
극한하중시 각각의 요소별 변형도 분포는 보주근의 변형도 분포는 0.0031~0.0037 정도의 분포를, 철골플랜지는 0.0023~0.0026의 분포를 나타냈으며, 콘크리트는 0.0034~0.0041의 값을 나타내었다. 항복하중시에 있어서 주근과 철골플랜지의 변형도 분포비율은 모든 시험체가 주근



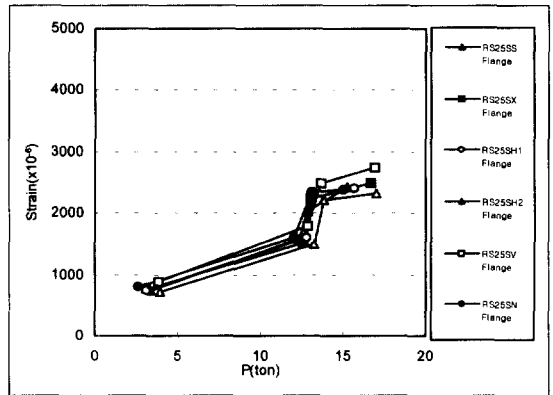
(주근-플랜지 용접)



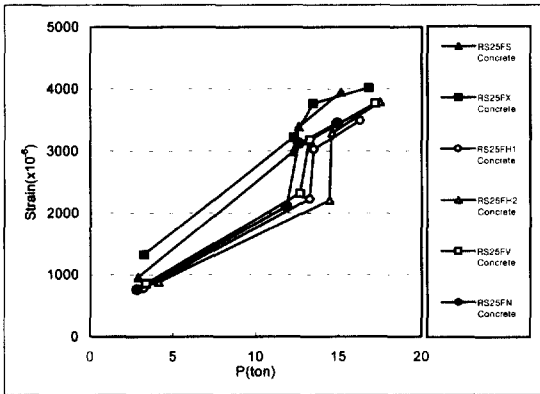
(주근-스터드 용접)



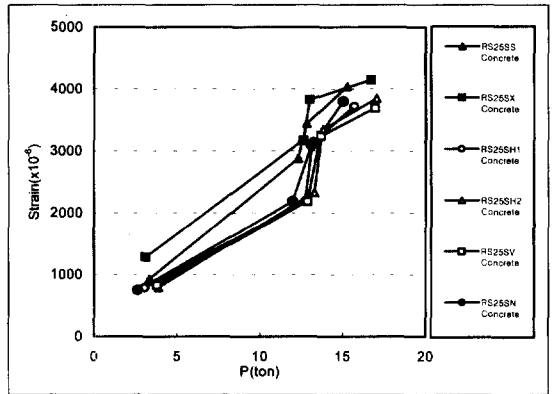
(철골플랜지-플랜지 용접)



(철골플랜지-스터드 용접)



(콘크리트-플랜지 용접)



(콘크리트-스터드 용접)

그림 5. 주근, 플랜지, 콘크리트의 변형도 분포

의 변형도 분포비율이 철골플랜지에 비해 10% 정도 높게 나타났으며, 특히 X자형으로 경사 보강한 시험체의 경우 주근의 변형도 분포비율이 철골플랜지에 비해 40% 정도 높게 나타나 상대적

으로 주근 변형도 분담 비율이 타 시험체에 비해 높게 나타났으며, 항복하중 이후에는 하중의 증가에 따라 주근의 경우 변형도가 가파르게 증가하여 극한 변형에 이르러 주근 변형도 분포율은 급격한

증가양상을 보이거나 철골플랜지의 경우 완만한 증가양상으로 극한하중시까지 큰 분포양상을 나타내지는 않았다. 또한 주근의 정착방법에 따라서는 스티드 볼트에 의해 주근을 철골 플랜지에 정착한 시험체가 플랜지 위에 직접 용접정착한 경우보다 플랜지의 변형도 분포율이 약간씩 높게 나타났으나 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

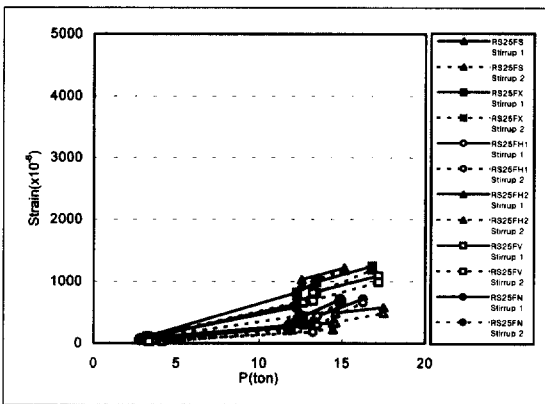
한편, 보 주근과 콘크리트의 변형도 분포양상을 비교해 보면, 극한하중시 보 주근의 변형도 분포는 0.0032~0.0036의 값을 나타냈으며, 콘크리트는 0.0034~0.0041의 값으로 보 주근에 비해 상대적으로 콘크리트의 변형도 부담분이 크게 나타났다.

콘크리트의 경우 하중초기부터 최대내력시까지

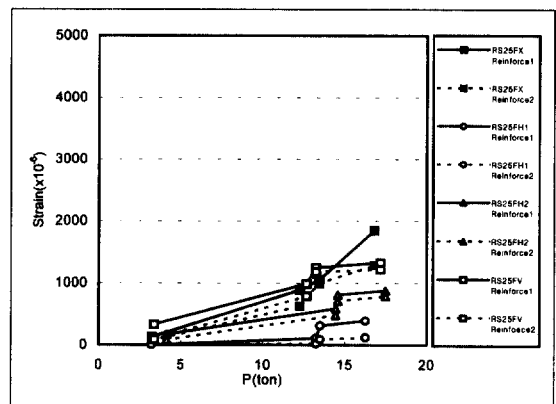
일정한 변형도 분포를 나타내어 극한 하중시까지 거의 선형적인 변형도 분포 양상을 나타내었으며, 주근의 경우 전단균열 발생시까지의 대체적으로 일정한 변형도 분포비율을 나타내었으나 전단균열의 발생과 함께 항복하중, 최대하중에 이르기까지는 변형도가 급격하게 증가하여 거의 비선형적인 양상을 나타내었다. 또한 항복하중시에 콘크리트는 극한변형에 도달하나 주근의 경우 극한변형에는 도달하지 않으며 항복하중이후에 극한 변형에 도달하는 것으로 나타났다.

5.3.2 늑근과 보강 요소별 변형도 분포비교

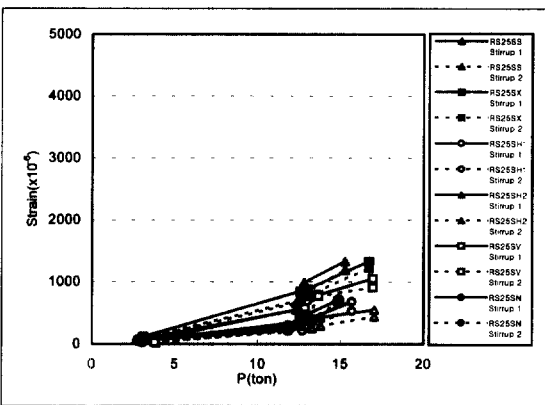
그림 6은 각각의 하중 단계별로 늑근과 보강 요소별 변형도 분포 양상을 비교하여 나타낸 것이다.



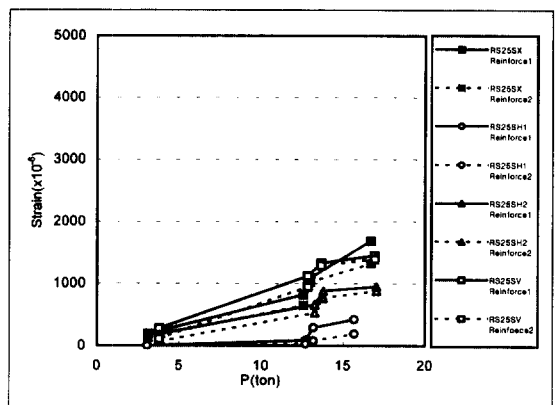
(늑근-플랜지 용접)



(보강요소-플랜지 용접)



(늑근-스티드 용접)



(보강요소-스티드 용접)

그림 6. 보강요소의 축정 위치별 변형도 분포

보강방법에 따른 늑근과 보강요소별 변형도 분포 양상은 대체적으로 보강방법에 관계없이 전하중 영역에 걸쳐서 늑근에 비해 보강요소에 변형도 분포비율이 높게 나타났으며, 특히 X자형으로 경사보강한 경우와 단부를 2열로 횡보강한 시험체가 상대적으로 타 시험체에 비해 분포율이 높게 나타났다. 그 분포율은 X자근으로 보강한 경우 늑근에 비해 극한 하중시 30~50% 정도 높게 나타났으며, 단부를 2열로 횡보강한 경우 50~70% 정도 높게 나타났다. 이상에서 살펴본 바와 같이 전단에 대한 보강효과는 단부를 2열로 횡보강한 시험체가 가장 우수한 것으로 사료되며 보주근의 정착방법에 따른 차이는 크지 않는 것으로 나타났다.

보주근의 거리별에 따른 변형도 분포 양상은 하중 초기부터 항복하중시까지의 변형도 분포비율이 현격한 차이를 보여 철골 플랜지쪽에 가까운 요소의 분포율이 상대적으로 높으며, 항복하중시에 일부 시험체는 플랜지쪽 주근 요소에 극한 변형을 보이거나 플랜지 외측의 철근 요소에는 변형도 분담 여력이 남아 있으며, 극한 내력시에는 모든 시험체의 파괴와 함께 주근 요소별에 관계없이 대체적으로 모든 시험체가 극한 변형을 나타내었다.

늑근의 경우 측정 위치별에 따른 변형도 분포의 차이는 거의 나타나지 않으며 철근으로 보강한 시험체가 상대적으로 타 시험체에 비해 변형도 분담비율이 상대적으로 높게 나타났다.

한편, 정착방법 및 보강방법에 따른 보강 요소의 위치별 변형도 분포 비율은 보주근의 정착방법에 따른 차이는 크지 않으며, 보강방법에 따라서는 X자형으로 경사보강한 시험체가 다른 시험체에 비해 변형도 분포율이 상대적으로 높으나 늑근과 보강 요소의 변형도 분담비율이 불균형적으로 나타나 효과적인 보강방법은 아닌 것으로 사료되며 항복하중시까지의 모든 보강요소의 거리별 변형도 분포차이는 크지 않으며 항복하중 이후 극한 하중시까지 플랜지 쪽에 가까운 위치의 보강요소의 변형도 분담비율이 높게 나타났다.

5.4 연성능력 평가

연성이란 부재가 휨능력에 큰 감소없이 변형을 일으킬 수 있는 능력으로 표현될 수 있다. 본 연구에서 연성율의 평가는 최대하중시의 변위를 인장철근의 항복시의 변위로 나누어 구하였다.

그림 7은 이질접합부위의 보강 유형별로 상호 비교하여 나타내었다. 먼저 보주근의 정착방법에 따른 연성지수는 플랜지 용접으로 정착한 경우가 스티드볼트에 의한 용접정착의 경우보다 상대적으로 연성능력이 약간 뛰어나며, 그 값은 플랜지 용접정착의 경우 3.96~4.86의 값을 나타냈으며, 스티드 볼트에 의한 정착의 경우 3.69~4.79의 값을 나타내었다. 한편 보강방법에 따라서는 대체적으로 무보강 시험체에 비해 이질구조부위를 보강한 시험체가 상대적으로 10% 정도의 연성능력이 상승하였으며, X자로 경사보강을 한 시험체가 연성능력 발휘에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

5.5 내력특성

표 5는 기존에 제시되고 있는 각종의 기준 및 제안식에 의해 본 혼합구조보의 내력을 이론적으로 평가하고 실험치와 상호 비교 분석을 행하였으며, 순수 RC보에 대한 혼합구조보의 보강방법에 따른 시험체별 내력상승율과 무보강 시험체의 보강방법에 따른 시험체별 내력상승율을 나타낸 것이다.

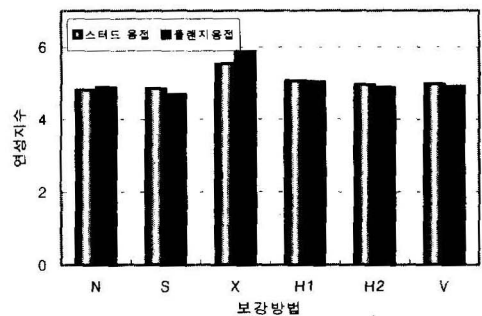


그림 7. 보강방법에 따른 연성능력

정착방법 및 보강방법에 관계없이 bi-linear적인 거동양상을 나타냈으며, 부재강성은 무보강 시험체에 비해 보강 시험체가 약간씩 상승하였다.

- (2) 시험체의 파괴양상은 보 주근의 정착방법 및 보강방법에 관계없이 대체적으로 휨과 전단이 복합적으로 나타내면서 대체적으로 비슷한 파괴 양상을 나타냈다. 그러나 균열의 범위는 보강방법에 따라 약간씩 차이를 나타내었다.
- (3) 혼합구조보의 연성능력은 3.69~4.79의 값을 나타내어 보주근을 플랜지 위에 직접 용접으로 정착한 경우가 스티드볼트에 의한 용접정착의 경우보다 상대적으로 연성능력이 약간 뛰어나며, 보강방법에 따라서는 X자로 경사보강한 시험체가 연성능력 발휘에 가장 효과적인 것으로 나타났다.
- (4) 하중단계별 변형도 부담비율은 보주근과 철골플랜지 및 콘크리트의 변형도 분포율(휨요소)이 늑근과 보강요소(전단요소)에 비해 상대적으로 높으며 플레이트판으로 보강한 시험체가 철근으로 보강한 시험체에 비해 상대적으로 보주근과 철골플랜지 및 콘크리트의 변형도 분포율이 높아지는 양상을 나타내었다.
- (5) 보강방법에 따른 늑근과 보강요소별 변형도 분포 양상은 X자형으로 경사보강한 경우 X자근의 변형도 분담비율이 상대적으로 높아져 극한 하중시 30~50% 정도 높게 나타났으며, 단부를 2열로 횡보강한 경우 보강 플레이트판의 변형도 분담비율이 늑근에 비해 상대적으로 높으며 극한 하중시 보강 플레이트판의 변형도 분포량이 늑근에 비해 50~70% 정도 높게 나타났다.
- (6) 순수 RC보에 대한 혼합구조보의 보강방법에 따른 시험체별 내력상승율은 주근의 정착방법에 따른 내력의 차이는 크지 않으며, 보강방법에 따라 30~50% 정도의 내력이

상승하는 것으로 나타났다. 내력 상승에 있어서 가장 효과적인 방법으로는 수직보강한 경우와 2열 수평으로 보강한 방법이 내력면에 있어서 효과적인 것으로 나타났다.

추후 본 논문의 연구결과들을 바탕으로서 기타 미비점들에 대해 보완 연구를 지속적으로 행할 예정이다.

참 고 문 헌

1. 小林康彦 外 3人, 웨브를콘크리트で補強したH形鋼ハリ部材の曲げせん断實驗, 日本建築學會大會學術梗概集, 1986年 8月, pp 1435-1436
2. 井上一郎 外 6人, 端部SRC造・中央部S造梁の耐力・剛性に關する實驗的研究, 日本建築學會大會學術梗概集, 1988年 10月, pp 1437-1438
3. 高橋茂治 外 2人, RC梁主筋を鐵骨とコンクリートを介してRC柱に定着する工法の實驗的研究, 日本建築學會大會學術梗概集, 1993年 9月, pp 1873-1874
4. 福知保長 外 3人, SRC部材の鐵骨-RC間の應力傳達機構に關する研究(その1), 日本建築學會大會學術梗概集, 1994年 9月, pp 1777-1778
5. 福知保長 外 3人, SRC部材の鐵骨-RC間の應力傳達機構に關する研究(その2), 日本建築學會大會學術梗概集, 1994年 9月, pp 1779-1780
6. 渡辺 秀仁 外 3人, 端部RC造中央部S造の複合梁の研究開發(その1), 日本建築學會大會學術梗概集, 1995年 8月, pp 977-978
7. 山口圭一 外 3人, SRC部材の鐵骨-RC間の應力傳達におけるリブの効果に關する研究(その1), 日本建築學會大會學術梗概集, 1995年 8月, pp 693-694
8. 谷村 幸裕 外 3人, 鐵骨鐵筋コンクリート部材の耐力, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol 18, No 2, 1996, pp 1331-1336
9. 村井義則, RC部材とS部材の組合せ, 콘크리트工學, Vol 33, No 1, 1995. 1, pp 44-54

10. 鐵骨鐵筋コンクリート構造計算規準・同解説, 1982.
 11. 日本建築學會, 鐵筋コンクリート構造計算規準・同解説, 1982
 12. Shinichi. Experimental research on joints in mixed steel-concrete structures, transactions of the Japan concrete institute, vol 7, 1985, pp 465~472
 13. 이 리형 외, Hi-Beam을 이용한 복합화 공법의 개발 및 성능평가, 초대형구조시스템연구센터 보고서, 1998. 12
 14. 임 병호 외 2인, 단부플랜지가 없는 혼합구조보의 휨거동 특성에 관한 연구, 대한건축학회 구조계논문집, 2001. 6, pp 27-34
- (접수일자 : 2001년 3월 6일)