

고강도강 보강판의 극한강도에 관한 실험

Experimental Investigations of Ultimate Strength for Stiffened Plates with High-Strength Steel

황 원 섭¹⁾ · 박 완 배²⁾ · 조 은 상³⁾

Hwang, Won-Sup Park, Wan-Bae Cho, Eun-Sang

요 약 : 본 연구는 고강도강 (SM570, POSTEN80) 보강판의 거동특성을 실험을 통하여 검토한 것이다. 여기에서는 압축력을 받는 총 7개의 보강판 시험체에 관한 재하실험 결과를 정리하였으며, 이와 같은 실험결과를 기초로 하여 보강판 패널의 폭-두께비와 보강재의 강비에 관한 영향을 검토하였다. 또한 실험으로부터 구한 극한강도와 기준 내하력과 비교를 통하여 보강판의 강도 특성에 관한 검토를 하였으며, 실험과 FEM 해석결과를 비교하였다.

ABSTRACT : The behavior of stiffened plates with high strength steels (SM570 and POSTEN80) are experimentally investigated. The results of compression tests on 7 specimens are reported herein. Based on the results, the effects of width-thickness ratio of plate element and flexural rigidity of rib are examined. The strength behavior of stiffened plates are discussed with the comparisons of ultimate strength and design strength curve. Furthermore, experimental and FEM analysis results are also compared.

핵심용어 : 보강판, 고강도강, 폭-두께비, 보강재강비, FEM 해석

KEYWORDS : stiffened plate, high-strength steel, width-thickness ratio, flexural rigidity ratio, FEM analysis

1. 서 론

최근 도로교통망의 확장에 따라 교량 건설이 활발히 이루어지고 있으며, 산악지나 하천횡단에 이르기까지 그 지형조건이 점차로 다양화 되어가는 추세에 있다. 특히 교통량의 증가 및 복잡한 지리적 조건으로 인하여 교량은 점차로 장대화 되어

가는 추세에 있으며, 과거의 교량과는 달리 압축재나 인장재 등의 주요부재의 설계에 고강도강의 적용이 요구되는 실정에 있다. 현행 도로교시방서에서는 압축력을 받는 판의 기준내하력을 결정하는데 있어서 주로 좌굴이론을 기초로 하여 초기결함(initial imperfection)의 영향을 고려한 안정성 검토가 이루어져 왔다. 그러나 항복점이

1) 정회원, 인하대학교 건설공학부 부교수, 공학박사
2) 학생회원, 인하대학교 대학원 토목공학과 박사과정
3) 인하대학교 대학원 토목공학과 석사과정

본 논문에 대한 토의를 2002년 4월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

60 kgf/mm² 이상 되는 고강도강을 사용한 판의 내하력에 관한 실험자료는 아직 미비한 실정이며^{(1),(2)}, 특히 종 보강재로서 보강된(이하 보강판)에 대해서는 거의 전무한 실정이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 생산의 SM570과 POSTEN80 강재 보강판을 대상으로 극한강도에 관한 패널의 폭-두께비와 보강재의 강비 그리고 사용강종의 영향 등에 대하여 검토하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 시험체 설계 및 제원

실험에서 사용한 시험체는 그림 1에 나타낸 바와 같이 판의 중앙에 한 개의 보강재를 하중작용 방향과 평행하게 설치한 보강판으로서 고강도강인 SM570 과 POSTEN80을 사용하여 제작하였다.

2.1.1 패널의 폭-두께비

표 1은 각 시험체의 제원 및 각종 설계변수들을 나타낸 것이다. 시험체 HR시리즈는 종래의 고강도강인 SM570을 사용한 시험체로서 종방향 보강재에 의해 구분되는 패널의 폭-두께비(b_o/t)를 각각 15, 20, 25 정도로 변화시킨 것이다. 또한 PR시리즈는 POSTEN80을 사용한 시험체로서 패널의 폭-두께비(b_o/t)를 약 15와 20이 되도록 하였다. 이와같은 패널의 폭-두께비(b_o/t)의 영향에 관해서는 폭-두께비 파라메타 R 을 이용하여 그 영향을 파악하였고, R 은 다음과 같이

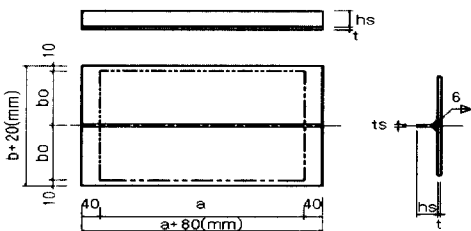


그림 1. 시험체의 형상

구할 수 있다⁽³⁾.

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{k_R \pi^2}} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \quad (1)$$

여기서 t : 보강된 판의 두께(cm)

b : 보강된 판의 폭 (cm)

k_R : 좌굴계수 ($= 4n^2$)

n : 보강재로 구분되는 패널의 수

또한 ν 는 강재의 포아송비, σ_y 는 항복점 그리고 E 는 강재의 탄성계수를 나타낸다.

2.1.2 보강재의 강비

보강재의 강비 γ 는 폭이 b 인 판의 휨강성 D 에 대한 보강재의 휨강성의 비를 나타내며 다음과 같이 주어진다.

$$\gamma = \frac{EI_s}{Db} = \frac{12(1-\nu^2)I_s}{bt^3} \quad (2)$$

여기서 I_s : 보강재의 단면2차모멘트

또한 판과 보강재가 일체로 좌굴하기 위한 보강재의 소요강비 γ_o 는 다음의 식 (3)으로부터 구할 수 있다.

$$\gamma_o = 4\alpha^2 \cdot n(1+n\delta_s) - \frac{(\alpha^2+1)^2}{n} \quad (3)$$

여기서 α : 판의 형상비 ($= a/b$)

δ_s : 보강재의 단면적비 ($= t_s \cdot h_s / b \cdot t$)

표 1에서 시험체 HSR03과 PSR03은 각각 SM570과 POSTEN80을 사용하고 보강재의 (γ/γ_o)비를 0.3으로 한 것으로서, (γ/γ_o)비의 변화에 따른 강도 특성을 비교 검토하기 위하여 제작한 것이다.

2.1.3 강재의 역학적성질

재료의 인장시험은 SM570 강재와 POSTEN80 강재의 시험편을 각각 6개씩 제작하여 실시하였다. 표 2는 각 시험편에 관한 실험결과와 평균값을 정리한 것이다. 이 표에 나타낸 바와 같이 SM570의 항복점 σ_y 및 인장강도 σ_u 는 KS규격 ($\sigma_y \geq 46 \text{ kgf/mm}^2$, $\sigma_u = 58 \sim 73 \text{ kgf/mm}^2$)을 만족하고 있으며, POSTEN80의 σ_y 와 σ_u 는 각각 80 kgf/mm^2 과 84 kgf/mm^2 정도가 됨을 알 수 있다. 또한 SM570과 POSTEN80 강재의 (σ_y/σ_u)는 각각 0.91과 0.95, 연신율은 22%와 19% 정도로서 인장강도가 높은 POSTEN80의 경우가 종래의 고강도강인 SM570에 비하여 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 그림 2는 SM570과 POSTEN80에 대한 인장시험 결과의 일례를 나타낸 것이다.

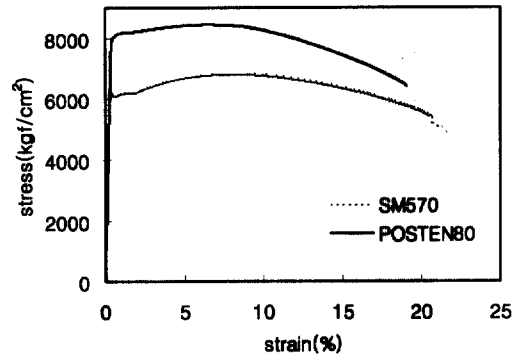


그림 2. 응력-변형을 관계

2.2 실험장치 및 재하방법

그림 3과 4는 각각 실험장치의 개요 및 실험장치를 나타낸 것이다. 실험장치는 크게 재하장치와 시험체의 재하부에 등분포의 축방향 압축력을 작용시키기 위한 재하프레임, 그리고 시험체 주변의

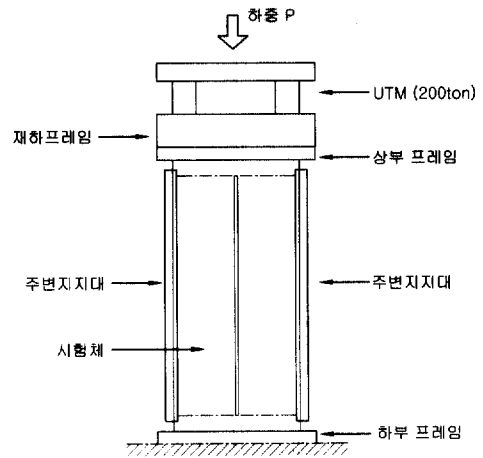


그림 3. 실험장치의 개요

표 1. 시험체의 제원

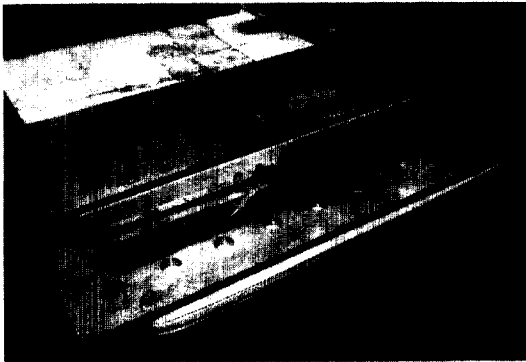
시험체	a (mm)	b (mm)	bo (mm)	α (=a/b)	t (mm)	hs (mm)	ts (mm)	bo/t	R	r/ro	비고
HR04	453.0	240.0	120.0	1.89	8.10	45.0	8.10	14.81	0.424	0.74	SM570
HR05	598.0	318.0	159.0	1.88	8.20	50.0	8.10	19.05	0.545	0.74	"
HR07	898.0	370.2	185.1	2.43	8.00	57.3	8.20	23.14	0.661	0.78	"
HSR03	598.5	310.5	155.3	1.93	8.10	36.1	8.00	19.17	0.548	0.33	"
PR04	455.0	220.0	110.0	2.07	8.20	47.0	8.20	13.41	0.436	0.74	POSTEN80
PR06	602.0	312.5	156.3	1.93	8.20	49.3	8.10	19.40	0.630	0.79	"
PSR03	456.0	220.5	110.3	2.07	8.30	33.0	8.20	13.28	0.432	0.28	"

표 2. 강재의 역학적 성질

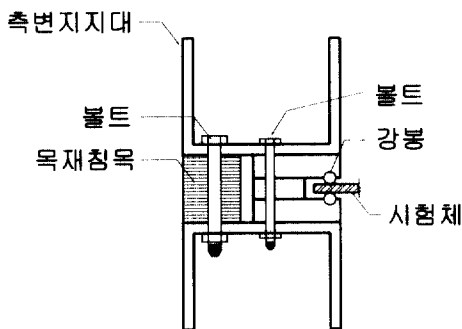
강종	σ_y (kgf/cm^2)	σ_u (kgf/cm^2)	E ($\times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$)	σ_y/σ_u	연신율
SM570	6196	6800	2.071	0.91	22.70
POSTEN80	8010	8388	2.071	0.95	19.38



그림 4. 실험장치



(a) 상·하부지지장치



(b) 측면지지 장치

그림 5. 지지장치(zig)

지지장치(zig)로 나눌 수 있다. 재하장치의 용량은 200tf이며, 시험체는 하부 및 측면의 지지장치와

지지대를 결합한 후 재하프레임에 설치되어 있는 상부 지지장치에 시험체를 끼워서 설치하도록 하였다. 이때 상부 및 하부의 지지장치는 그림 5(a)에 나타난 바와 같이 강판에 \square 형의 받침대에 시험체를 설치한 후 볼트를 이용하여 시험체 양단을 고정하였다. 또한 시험체 좌우에 설치한 측면 지지장치의 형상은 그림 5(b)에 나타난 바와 같이 단부에서의 면외방향변형을 구속하고 회전 및 면내변형이 가능하도록 제작하였다. 시험체는 정적 재하방법으로서 재하를 하였으며, 탄성역에서는 하중제어 방식을 그 이후 소성영역에서는 변위제어 방법으로 실시하였다. 한편, 시험체 종방향의 중앙지점과 상부 1/4지점에 변위계를 설치하여 시험체의 면외변형을 측정하도록 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 초기처짐

현행 도로교시방서의 제작 기준에서는 보강판 패널의 최대 초기처짐량을 보강판 전폭(=b)의 1/150 이하로 규정하고 있다. 그러나 시험체 제작에 있어서는 극한강도에 가능한 한 불리한 형태가 되도록 하기 위하여 초기처짐량 발생을 제약치 않도록 하였다. 그림 6은 각 시험체의 횡방향 초기처짐의 분포형상을 나타낸 것으로서 오른쪽에 표시한 번호는 최대 초기처짐이 발생한 위치를 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 보강재의 (γ/γ_0)의 비가 거의 동일하고, 보강판 패널의 폭-두께비 (b_0/t)만이 서로 다른 HR04와 HR05, 그리고 PR04와 PR06의 최대 초기처짐량 δ_0 는 (b_0/t)가 클수록 증가하는 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한, 보강재의 (γ/γ_0)비만이 서로 다른 HR04와 HSR03, 그리고 PR04와 PSR03을 서로 비교해보면 (γ/γ_0)비가 작을수록 δ_0 의 값이 증가하는 것을 알 수 있다. 표 3은

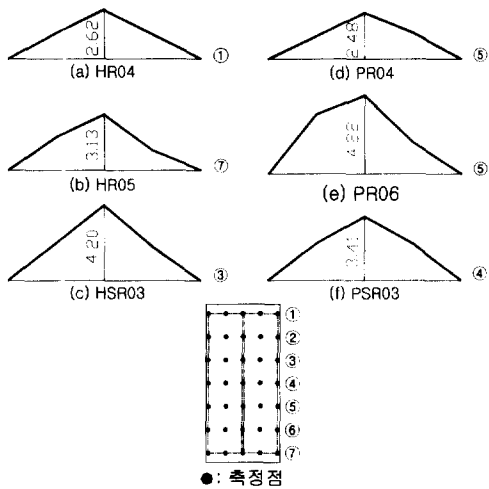


그림 6. 횡방향 초기처짐의 분포현상

표 3. 횡방향 초기처짐의 측정결과

시험체	δ_o (mm)	δ_o/b	시방서
HR04	2.62	1/92	1/150
HR05	3.13	1/100	
HR07	2.47	1/150	
HSR03	4.20	1/74	
PR04	2.48	1/89	
PR06	4.22	1/75	
PSR03	3.41	1/65	

횡방향 초기처짐에 대한 측정결과를 정리한 것이다. 이상에서 언급한 바와 같이 제작시 초기처짐 발생을 제한치 않은 관계로 인하여 그 최대값은 도로교시방서의 규정을 초과하고 있다.

3.2 하중-변형률관계

그림 7은 보강재의 (γ/γ_o)비가 거의 일정하고 패널의 (b_o/t)비가 각각 15와 25인 시험체 HR04와 HR07의 하중과 변형률 관계를 나타낸 것이다. 이 그림에서 세로축은 작용응력 σ 를 항복점 σ_y 로 나눈 것이며, 가로축은 종방향 압축 변형률 ϵ 를 항복변형률 ϵ_y 로 나눈 것을 나타낸다.

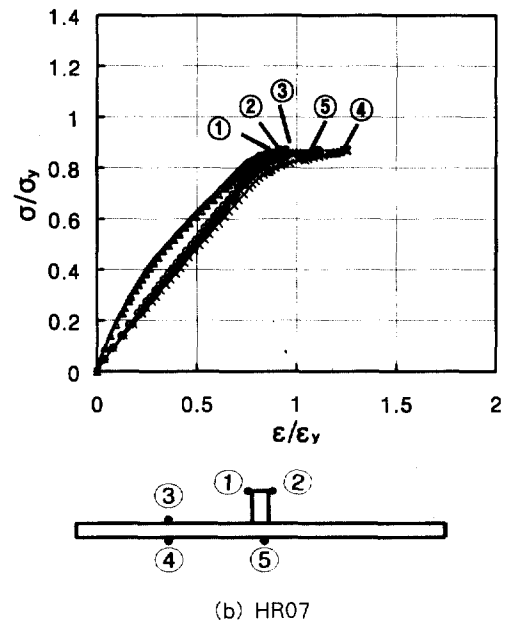
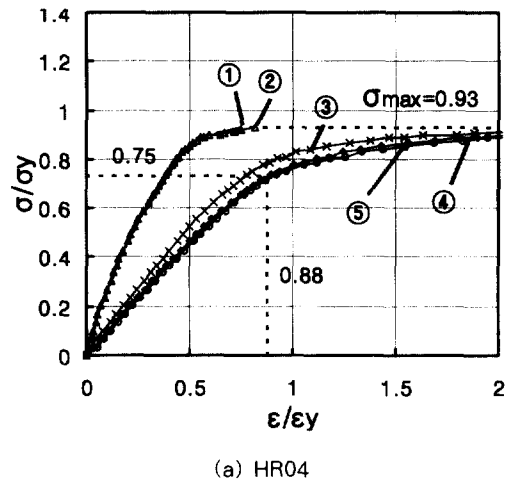
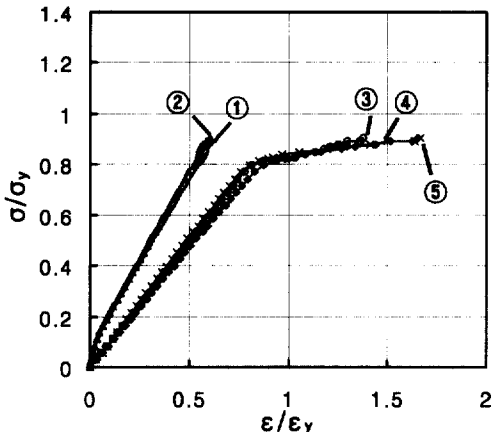


그림 7. 하중-변형률관계에 관한 폭-두께비의 영향

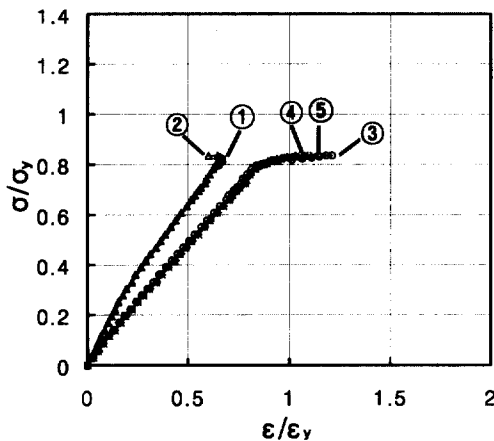
또한 실험으로부터 구한 패널의 항복응력을 σ_{yp} , 이에 대응하는 변형률을 ϵ_{yp} 라고 하였다.

그림 7(a)로 부터 (b_o/t)비가 약 15인 HR04 패널의 항복응력 σ_{yp} 는 $0.75 \sigma_y$, 이에 대응하는 ϵ_{yp} 는 $0.88 \epsilon_y$ 가 됨을 알 수 있다. 또한 패널이 항복한 이후 극한강도 σ_{max} 에 도달하기까지의 강도상승률(σ_{max}/σ_{yp})은 약 1.25 정도가 되며, 이는

패널 및 보강재의 강도 특성을 충분히 발휘한 것으로 판단된다. 이에 비하여 패널의 (b_o/t)비가



(a) PR04



(b) PSR03

그림 8. 하중-변형률 관계에 대한 보강재 강도의 영향

표 4. 압축변형률 특성

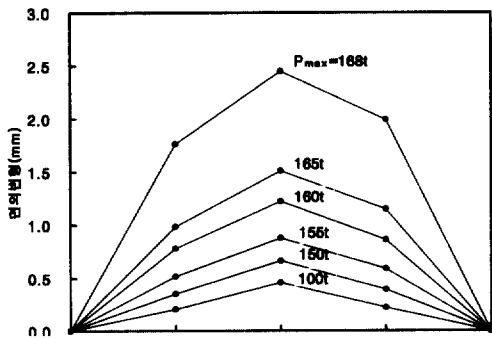
시험체명	σ_{yp}/σ_y	ϵ_{yp}/ϵ_y	σ_{max}/σ_{yp}
HR04	0.75	0.88	1.25
HR05	0.75	0.84	1.17
HR07	0.77	0.84	1.08
HSR03	0.79	—	1.12
PR04	0.80	0.88	1.11
PR06	—	—	—
PSR03	0.79	0.86	1.09

25정도인 시험체 HR07의 거동 특성은 HR04와 비교하여 상당한 차이를 보이게 된다. 즉, 그림 7(b)에 나타낸 바와 같이 HR07의 보강재는 재하 초기단계로부터 패널과 거의 일체로 변형이 증가하게 되며, 패널의 국부좌굴 발생으로 인하여 항복후의 강도상승률은 현저히 저하하게 된다.

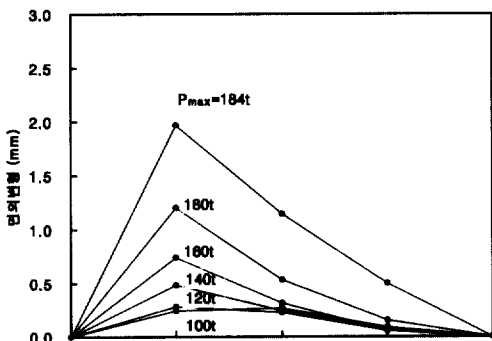
그림 8은 보강판 패널의 (b_o/t)가 동일하고 보강재의 (γ/γ_o)비만을 변화시킨 시험체의 하중과 변형률 관계를 비교한 것이다. 그림 8(a)로부터 (γ/γ_o)비가 0.7인 PR04의 패널 항복응력 σ_{yp} 는 $0.8 \sigma_y$ 가 되며, 항복후의 강도상승률은 약 1.1정도로서, 이는 재료의 강도비(σ_u/σ_y)와 거의 일치하는 경향을 알 수 있다. 또한 그림 8(b)에 나타낸 바와 같이 보강재의 (γ/γ_o)비를 0.3으로 감소시킨 시험체 PSR03의 경우에는 보강재의 변형이 약간 증가하는 경향을 보이고 있으나 그 강도 특성은 PR04와 비교하여 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 표 4는 이상에서 언급한 각 시험체의 하중과 변형률 관계에 대한 실험결과를 정리한 것이다.

3.3 하중과 면외변형률의 관계

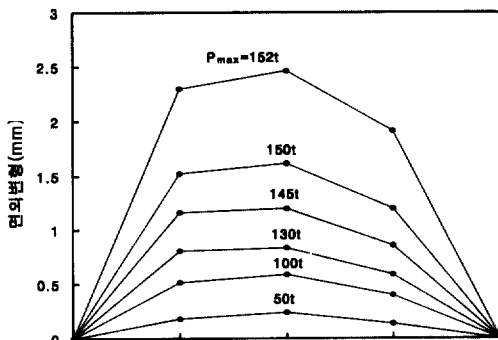
그림 9는 시험체 중앙단면(= $a/2$)에서의 각 하중단계별 면외변형의 분포형상을 나타낸 것이다. 우선 그림 9(a)로부터 보강판 패널의 (b_o/t)비가 약 15인 시험체 PR04의 경우, σ_{yp} 에 대응하는 패널의 항복하중 P_y (=151 tf)에 도달하기까지는 서서히 변형이 증가하다가 최대하중 P_{max} (극한강도) 부근에서 급격히 면외변형이 증가하는 것을 볼 수 있다. 그러나 패널의 (b_o/t)비가 25정도가 되는 시험체 HR07의 경우 그림 9(b)에 나타낸 바와 같이 재하 초기단계에서는 면외변형이 고르게 분포하다가 $P = 120 \text{ tf}$ 이후에서는 국부좌굴의 영향으로 그 분포형상이 크게 달라지는 것을 알 수 있다. 또한 보강재의 (γ/γ_o)



(a) PR04



(b) HR07



(c) PSR03

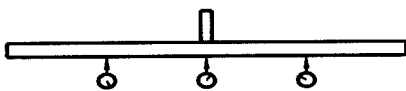
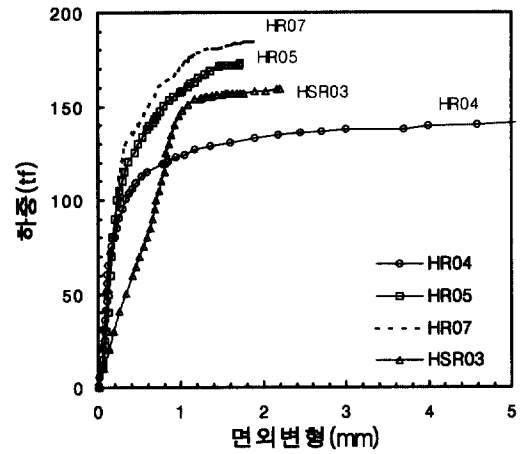
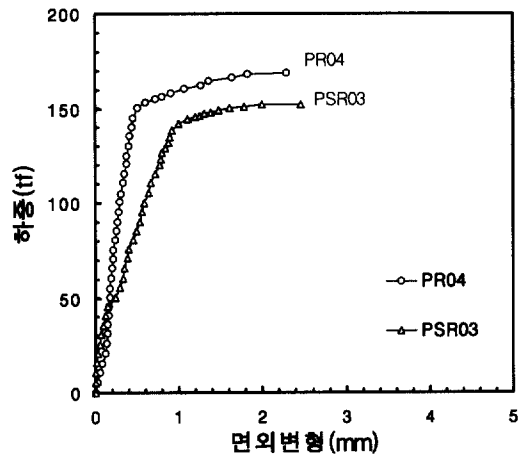


그림 9. 하중단계별 면외변형 분포형상

비가 0.3인 PSR03의 면외변형 형상은 보강재에 의한 구속효과의 감소로 인하여 PR04에 비하여 보강판 전체에 걸쳐 변형이 증가하게 된다.



(a) SM570



(b) POSTEN80

그림 10. 하중과 면외변형과의 관계

그림 10은 각 시험체의 하중과 면외변형과의 관계를 나타낸 것이다. 그림 10(a)로부터 SM570 보강판의 경우 항복 후 서서히 변형이 증가하다가 최대하중 P_{max} 에 도달하게 되는 것을 알 수 있다. 이에 비하여 POSTEN80 보강판에서는 항복 후 급격히 면외 변형량이 증가하게 되며 항복 후의 강도특성은 현저히 다른 것을 볼 수 있다. 또한, POSTEN80 보강판에서는 (γ/γ_0) 비가 감소할 수록 탄성역에서의 면외변형은 증가하게 되지만 항복후의 강도 특성에는 거의 차이가 없음

을 알 수 있다.

3.4 극한강도에 관한 검토

표 5는 각 시험체의 극한강도에 관한 실험결과를 정리한 것이다. 여기서 각 시험체의 극한강도 σ_{max} 는 실험으로부터 구한 최대하중 P_{max} 를 보강판의 전단면적으로 나눈 것이다. 또한 표에서는 극한강도 σ_{max} 를 각각 사용재료의 인장실험에서 구한 항복점 σ_y 와 공칭항복점 σ_Y 로 나눈 것을 나타내었고, 이때 SM570 강재의 $\sigma_Y = 4600 \text{ kgf/cm}^2$, POSTEN80 강재의 경우 $\sigma_Y = 7000 \text{ kgf/cm}^2$ 을 택하였다. 이 표로부터 본 실험에서의 보강판의 극한강도는 실제 항복점 σ_y 와 비교하여 약 10% 내외로 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 SM570 보강판의 경우 공칭항복점 σ_Y 에 대한 극한강도 σ_{max} 의 비(σ_{max}/σ_Y)는 약 1.15 이상으로서 재료의 강도비(σ_u/σ_y)을 넘고 있으나, POSTEN80 보강판의 (σ_{max}/σ_Y)비는 약 1.0 정도로서 SM570 보강판에 비하여 공칭 항복점에 대한 강도여유가 줄어들게 된다. 참고로 표 5의 PR06의 경우에는 재하 용량의 부족으로 인하여 최대 재하하중을 나타낸 것이다.

실험으로부터 구한 각 시험체의 극한강도와 도로교시방서 기준 내하력곡선과의 관계를 비교해

표 5. 실험결과

시험체명	$P_{max} (tf)$	$\sigma_{max} (kgf/cm^2)$	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y}$	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_Y}$
HR04	142.3	5759	0.93	1.25
HR05	173.3	5456	0.88	1.19
HR07	184.7	5145	0.83	1.12
HSR03	159.1	5362	0.86	1.17
PR04	168.6	7164	0.89	1.02
PR06	(195.1)	(6241)	(0.78)	(0.89)
PSR03	151.9	6700	0.84	0.96

보면 그림 11과 같다. 이 그림으로부터 각 시험체의 극한강도는 패널의 폭-두께비가 증가할수록, 즉 식 (1)에 의한 R 값이 커질수록 약간씩 감소하는 경향을 볼 수 있으며, 기준내하력과 비교하여 약 5~10% 정도 저하하는 것을 알 수 있다. 이는 시험체 제작에 있어서 별도의 제약을 두지 않았던 보강판 패널의 초기처짐과 잔류응력의 분포등으로 인한 영향 때문인 것으로 사료된다. 또한 그림에 나타낸 바와 같이 보강재 (γ/γ_o)비의 차이에 따른 영향은 거의 없다고 할 수 있다. 그림 12는 실험으로부터 구한 보강판의 σ_{max} 를 허용응력 σ_o 로 나눠서 구한 실제안전율 ν^* 와 도로교시방서에서의 안전율(=1.77)과를 비교한 것이다. 이 그림에 나타낸 바와 같이 $R < 0.6$ 인

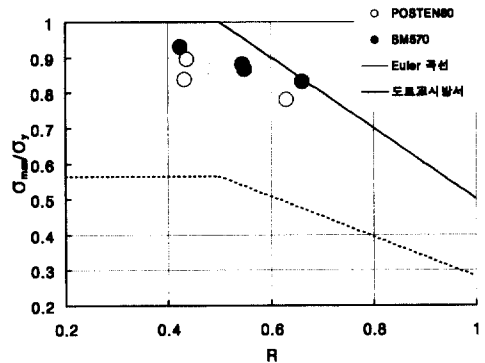


그림 11. 기준내하력 곡선식과의 비교

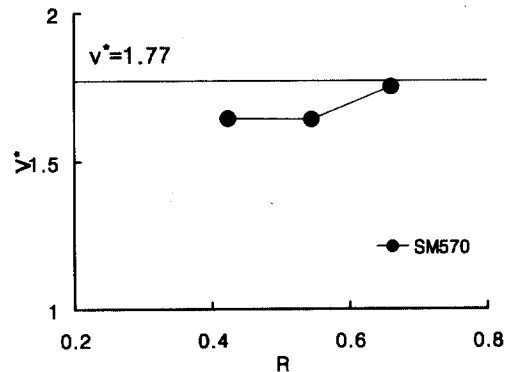


그림 12. 안전율의 비교

SM570 보강판의 ν^* 은 약 1.65정도로서 기대 안전율 1.77에 비하여 7%정도 낮은 것을 알 수 있다. 그러나 $R > 0.6$ 인 경우에는 ν^* 는 1.75 정도가 되며 R 의 범위에 따라 실제 안전율이 변화하는 것을 알 수 있다.

4. 실험결과와 해석결과와의 비교

4.1 해석모델

FEM 해석에 있어서는 시험체 형상의 대칭성을 고려하여 그림 13에 나타낸 바와 같이 종방향으로 1/2부분만을 해석대상으로 하였으며, 판 요소의 탄소성 FEM 해석 프로그램 CYNAS⁽⁴⁾를 사용하여 해석을 실시하였다. 해석시 고려한 초기처짐 형상은 식 (4)와 같이 sine파형으로 분포하는 것으로 하였으며⁽⁵⁾, 이때 판 전체의 초기처짐 δ_0 의 최대값으로는 $a/1000$ 을, 패널부의 초기처짐

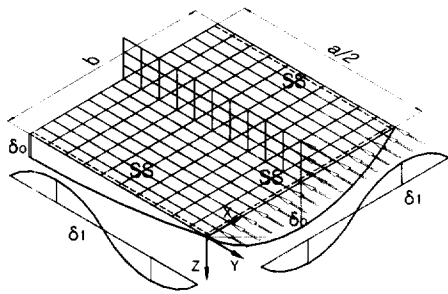


그림 13. 해석모델

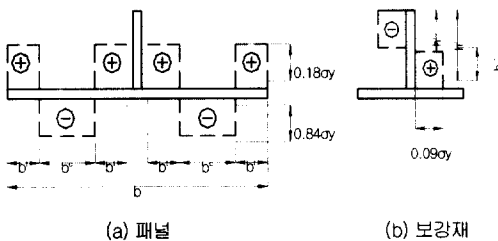


그림 14. 잔류응력의 분포형상

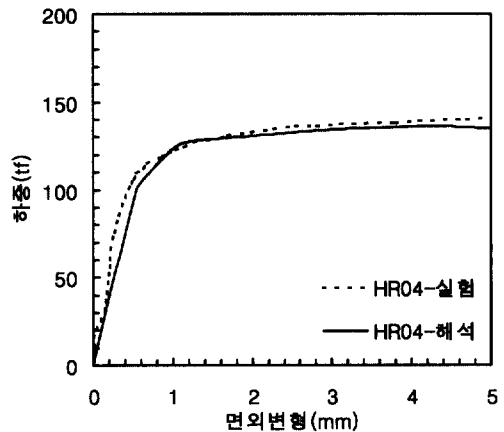
δ_1 의 최대값으로는 실험으로부터 구한 SM570의 경우 $b/90$, POSTEN80의 경우는 $b/65$ 를 사용하였다. 또한 잔류응력의 분포에 대해서는 그림 14와 같이 분포하는 것으로 가정하였다⁽⁶⁾.

$$w = \delta_0 \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi y}{b}\right) + \delta_1 \sin\left(\frac{n\pi x}{a/2}\right) \sin\left(\frac{\pi y}{b_0}\right) \quad (4)$$

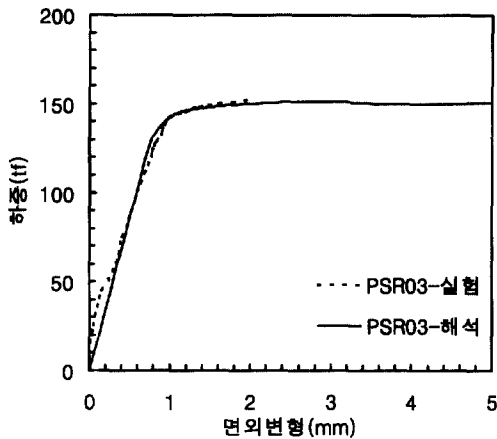
4.2 해석결과

그림 15는 FEM 해석 및 실험으로부터 구한 SM570의 HR04 및 POSTEN80의 PSR03에 대한 하중과 면외변형과의 관계를 비교한 것이다.

그림 15(a)를 보면 시험체 HR04의 경우 변형량이 작은 탄성역에서는 실험치와 비교하여 약간의 차이를 보이고 있으나, 실험 및 해석으로부터의 항복하중과 최대하중은 거의 일치하는 것을 알 수 있다. 또한 PSR03의 경우에 있어서도 해석 및 실험결과와 거의 일치하고 있으며, 본 연구에서 사용한 해석방법이 압축력을 받는 보강판의 기본적인 강도 특성을 파악하는데 유용한 것으로 판단된다.



(a) HR04



(b) PSR03

그림 15. 실험과 해석의 비교

5. 결론

본 연구는 고강도강의 활용방안과 관련하여 SM570과 POSTEN80 보강판의 극한강도 특성에 대하여 검토한 것이다. 본 연구로부터 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) POSTEN80강재의 항복점 $\sigma_y = 80 \text{ kgf/mm}^2$ 인장강도 $\sigma_u = 84 \text{ kgf/mm}^2$ 정도가 되었고, 재료의 강도비 (σ_u/σ_y) 및 강재의 연신율은 SM570에 비하여 약간 감소하는 경향을 나타내었다.
- (2) 보강판 패널의 강도상승률 ($\sigma_{\max}/\sigma_{yp}$)은 패널의 폭-두께비 (b_o/t)가 증가할수록 국부 좌굴의 영향으로 인하여 현저히 감소하는 경향을 보이며, 본 연구에서의 보강재 강비 (γ/γ_o)의 범위에서는 그 변화에 따른 영향은 적은 것으로 판단된다.
- (3) 패널에 국부좌굴이 발생치 않는 SM570 보강판의 항복후 강도특성은 재료의 강도비 (σ_u/σ_y)와 보강재 역할로 인한 강도상승 효과를 보였으나, POSTEN80 보강판의 경우 주로 재료의 강도비만을 반영하는

강도특성을 나타내었다.

- (4) 본 실험으로부터 구한 보강판의 극한강도는 패널의 (b_o/t)가 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 현행 도로교시방서에 의한 기준 내하력과 비교하여 약 5~10% 정도 감소하였다. 또한 R<0.6인 경우 도로교시방서에서의 안전율 1.77 보다 저하하는 경향을 나타내었다.
- (5) FEM 해석 및 실험결과로부터 구한 고강도강 보강판의 하중과 변형관계는 거의 일치하였으며 이 연구에서 사용한 해석방법의 타당성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 포항제철(주)의 “고강도강 교량 적용 설계 및 제작기술 연구”에 대한 연구비 지원으로 이루어진 것으로서 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. 牛尾正之 (1976) “等分布壓縮力を受ける補鋼板の弾塑性座屈強度と設計の合理化に関する研究”, 大阪大學, 박사학위논문.
2. 北田後行 (1979) “壓縮力を受ける鋼板び補剛鋼板の極限強度に関する研究”, 大阪大學, 박사학위논문.
3. 대한토목학회 (1996) 도로교표준시방서.
4. 황원섭, 전승권 (2001.4) “반복하중을 받는 강판의 강도 및 변형특성” 한국강구조학회논문집, 제13권 2호, pp. 143-152.
5. 北田後行, 中井 博, 越智内士 (2000.3) “高張力鋼を用いた壓縮板・壓縮補剛板の終局強度に関する研究” 日本構造工學論文集, Vol. 46A, pp. 179-190.
6. JSCE (1987), Guidelines for Stability Design of Steel Structure.

(접수일자 : 2001년 5월 18일)