

축력과 반복횡력을 받는 격자강판 제진벽의 구조거동에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Structural Behavior of Vibration Control Steel Wall subjected to Axial Force and Cyclic Lateral Load

박 정 우* · 심 기 철* · 이 재 옥* · 김 기 만* · 박 진 영* · 엄 철 환**
 Jung-woo Park, Ki-cheul Sim, Jae-uk Lee, Ki-man Kim, Jin-young Park and Chul-hwan Eom

1. 서 론

최근 설계기준의 강화로 근래에 지어진 건축물의 경우 지진에 대한 안전성을 확보하고 있지만 1983년 개정이전의 건축물은 내진설계가 미반영 되어 있어 지진에 대해 매우 취약하다. 본 연구에서는 지진 발생 시의 안전성 확보를 위한 내진보강 방안으로 격자강판 보강벽을 개발하였으며, 더불어 풍진동 및 미소지진의 수용을 위해 제진소재를 적용하였다.

2. 실험계획 및 방법

그림 1과 같이 축력과 반복수평력을 받는 성능시험을 수행하였다. 실험체는 벤치마크 용도로 보기용으로 구성된 순수 철근콘크리트 프레임(BM-RC)과 프레임 내부에 격자강판 제진벽(SWD-RC)을 설치한 실험체를 제작하여 시험을 수행하였고, 축력과 횡하중 가력을 위하여 500kN용량의 액츄에이터 2대와 2,000kN용량의 액츄에이터 1대를 사용하였다. 기둥 및 거더의 단면은 400mm×400mm이며, 기둥의 순높이는 1,900mm이다. 격자강판 제진보강벽에 사용된 강재는 SS400이며 Flange와 Web의 두께는 각각 16mm, 5mm이다.

제진고무패드의 사이즈는 280mm×200mm×10mm로 제작하여 철근콘크리트 프레임과 내부강판벽의 사이 4면에 각각 5개씩 총 20개를 부착하였다. 사용된 소재는 고감쇠고무로써 경도(IRHD)는 67.3이고, 인장강도는 11.3MPa, 파단시 신장률은 593.4%이다.

† 교신저자; 정회원, 유니슨이테크(주) 기술연구소
 E-mail : jwp@uet.co.kr

Tel : (041)620-3433, Fax : (041)552-7416

* 유니슨이테크(주) 기술연구소

** 위덕대학교 건축소방안전학과

구조성능시험은 그림 2와 같이 변위제어방식으로 ±0.001rad에서 ±0.03rad까지 단계별로 재하하였다.



Figure 1 Specimen setting and damping rubber

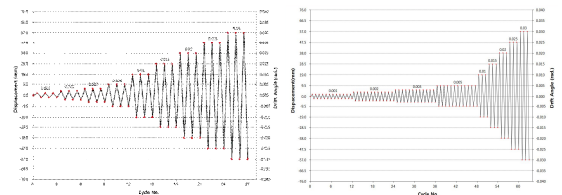


Figure 2 Loading pattern

3. 실험결과

풍진동 및 미소지진이 예상되는 변위에 대한 이력곡선을 그림 3과 같이 분리하여 나타내었다.

±0.005rad를 기준으로 에너지소산능력은 비보강 시험체(BM-RC) 대비 약 2.4배 증가하였다.

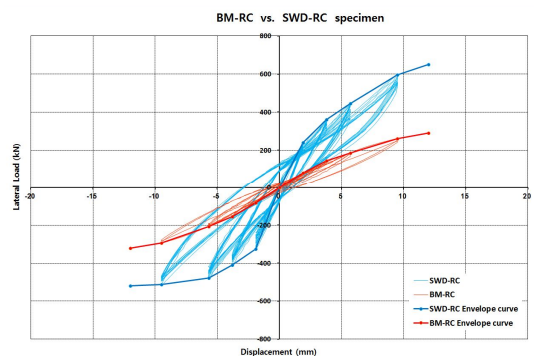


Figure 3 Hysteretic curves (0.001~0.005rad)

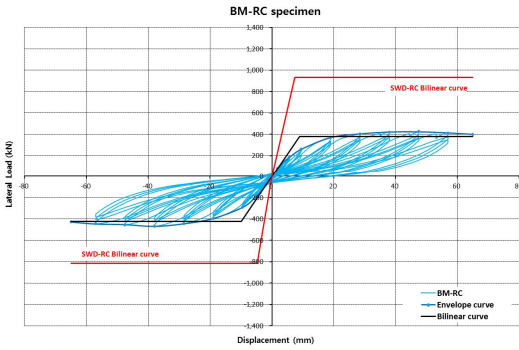


Figure 4 Hysteretic curves (BM-RC)

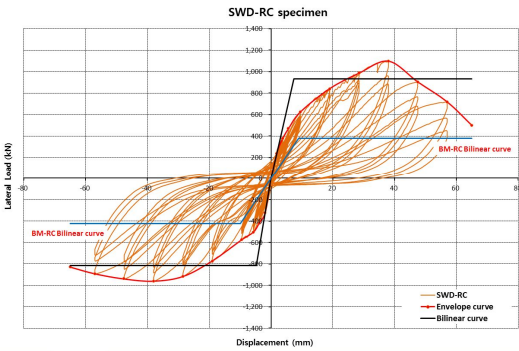


Figure 5 Hysteretic curves (SWD-RC)

그림 4와 그림 5와 같이 항복점이 뚜렷하지 않아 이력곡선을 Bilinear로 가정하여 그림 6과 같이 A와 B의 면적이 동일하게 되는 지점으로 정하였다.

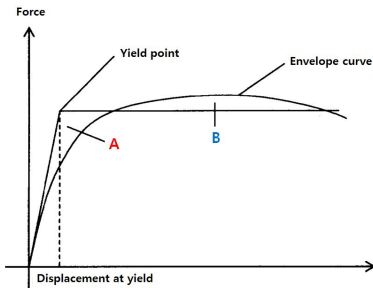


Figure 6 Yield point

Table 1 Experimental results

Specimen		Yield Strength (kN)	Ultimate Strength (kN)	Yield Stiffness (kN/mm)	Ultimate Stiffness (kN/mm)
BM-RC	PUSH(A)	381.24	423.60	42.45	8.93
	PULL(A')	-423.18	-470.20	42.49	12.44
SWD-RC	PUSH(B)	933.13	1,097.80	126.61	29.03
	PULL(B')	-817.53	-961.80	171.03	25.49
Ratio(%)	(B)/(A)	244.76	259.16	298.26	325.08
	(B')/(A')	193.19	204.55	402.52	204.90

항복강도, 극한강도, 항복강성 및 극한강성을 표 1에 정리하여 나타내었으며, 정방향(PUSH)을 기준으로 항복강도는 244.76%, 극한강도는 259.16% 정도 향상되었음을 알 수 있었다.

Table 2 Effective stiffness and EDC

Drift Angle (rad)	BM-RC		SWD-RC		Ratio(%)	
	K_{eff} (A) (kN/mm)	EDC(A') (kN·mm)	K_{eff} (B) (kN/mm)	EDC(B') (kN·mm)	(B)/(A)	(B')/(A')
±0.001	38.70	37.60	134.37	189.70	347.20	504.52
±0.002	38.49	150.14	95.95	687.04	249.29	457.60
±0.003	33.99	352.14	77.26	1,172.02	227.30	332.83
±0.005	27.39	869.60	56.39	2,092.19	205.87	240.59
±0.010	19.08	2,943.87	40.97	8,812.73	214.73	299.36
±0.015	13.93	4,864.63	31.19	15,655.67	223.92	321.83
±0.020	10.92	6,751.67	24.66	20,413.00	225.84	302.34
±0.025	8.61	7,987.50	17.28	21,295.00	200.72	266.60
±0.030	6.94	9,900.83	12.07	25,696.00	173.87	259.53

표 2에서 보는 바와 같이 SWD-RC 실험체의 유효강성은 벤치마크 실험체(BM-RC)에 비하여 각 Cycle에 따라 173.87%에서 347.20% 향상되었고, EDC 역시 평균 331.69% 증가하여 보강 전에 비하여 보강 후 에너지를 흡수할 수 있는 능력이 크게 증가한 것을 볼 수 있었다. 또한 그림 7은 중국의 SWD-RC 실험체의 실험종료 후의 손상상태이다.



Figure 7 Failure mode

4. 결 론

격자강관 제진벽의 비보강벽과의 비교실험을 통해 강도, 강성 및 에너지소산능력등을 평가하여 우수한 성능을 확인하였다. 상기의 실험결과와 같이 강도, 강성 및 에너지소산능력이 뛰어난 격자강관 제진벽을 신축 또는 내진보강을 위한 보수·보강에 적용한다면 풍진동저감 및 내진성능향상에 많은 기여를 할 수 있을 것이다. 또한 향후 추가적인 변수를 고려한 성능평가를 수행할 예정이다.