

Steel Mesh Cement Mortar의 보수·보강 성능 평가

Experimental Performance Evaluation of Steel Mesh as Maintenance and Reinforcement Materials

김연상¹⁾ 최승재²⁾ 김장호^{3)*}
Yeon-Sang Kim Seung-Jai Choi Jang-Ho Jay Kim

Abstract

Due to the cost burden of new construction, the necessity of repair and retrofitting of aged structures is sharply increasing as the domain of repair and retrofitting construction is expanding. Because of the necessity, new technologies for repair and retrofitting are continuously studied in Korea and foreign countries. Steel adhesive method, fiber reinforced plastic (FRP) surface adhesive method, and external prestressing method are used to perform the repair and retrofitting works in Korea. In order to consider a repair method using steel mesh reinforced cement mortar (SMCM), 3-point flexural member test was conducted considering repair area and layer number of SMCM.

Five types of specimens including ordinary reinforced concrete (RC) specimen with dimensions of 1400×500×200 (mm) were cast for testing the deflection measurement, a LVDT was installed at the top center of the specimens. Also, a steel strain gauge and a concrete strain gauge were placed at the center of the specimens. A steel strain gauge was also installed on the shear reinforcement.

The 3 point flexural member test results showed that the maximum load of SMCM reinforced specimen was higher than that of basic RC specimen in all of the load-displacement curves. Also, the results showed that, when the whole lower part of the basic RC specimen was reinforced, the maximum load and strain were 1.18 and 1.37 times higher than that of the basic RC specimen, respectively.

Each specimen showed a slightly different failure behavior where the difference of the results was caused by the difference in the adhesive level between SMCM and RC. Particularly, in SM-B1 specimen, SMCM spalled off during the experiment. This failure behavior showed that the adhesive performance for RC must be improved in order to utilize SMCM as repair and retrofitting material.

Keywords : Repair, Reinforcement, Steel mesh, Steel mesh cement mortar, SMCM, Interface bonding

1. 서론

콘크리트는 좋은 재료를 선정하여 적합한 배합설계에 의해 시공을 한다면 높은 내구성을 가지게 되는 건설 재료이다. 또한 내구성이 높은 콘크리트를 이용하여 건설된 콘크리트 구조물은 우수한 사용 수명을 기대할 수 있다. 그러나 설계 당시에 충분히 규명되지 않은 열화 메커니즘이 작용하는 경우나 공기와 비용의 제약 때문에 환경 조건을 고려하지 않은 시공을 할 경우에는 콘크리트 구조물은 안전성이나 사용

성보다 내구성에 가장 큰 영향을 미치게 된다. 구조물은 사용 수명 동안 요구되는 수준의 기능을 유지할 수 있도록 지속적으로 유지관리 되어야한다. 즉 전체 구조물 혹은 부재에 요구되는 성능을 사용 수명 동안 유지할 수 있도록 관리해야 한다. 이를 위해 대상 구조물에 대하여 적절한 유지 관리를 수행하고, 필요시에는 대상 구조물의 진단을 통하여 성능을 평가하여 적합한 대책을 강구해야한다.

1970년대 이후 급속한 경제발전에 수반하여 사회기반시설의 대대적인 확충이 있었다. 그러나 당시 건설되었던 많은

1) 정회원, 연세대학교 토목공학과 석사과정
2) 정회원, 연세대학교 토목공학과 석박사통합과정
3) 정회원, 연세대학교 사회환경시스템공학부 교수, 교신저자

* Corresponding author : jjhkim@yonsei.ac.kr
• 본 논문에 대한 토의를 2014년 8월 31일까지 학회로 보내주시면 2014년 9월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

구조물들은 내구성에 대한 기술 지식이 부족한 상태에서 설계 및 시공이 이루어졌다. 또한, 구조물 유지관리 분야에 대한 중요성도 상대적으로 낮았으며, 관심 또한 소홀하였다. 이로 인해 40여년이 지난 현재 기존 구조물의 사용성과 안전성, 그리고 내구성에 대한 많은 문제점들이 나타나고 있는 실정이다. 이에 따라 국내뿐 아니라 전 세계적으로 구조물 유지관리에 대한 관심과 중요성은 크게 대두되고 있으며, 보수·보강에 관련된 공사비 또한 급격히 증가하고 있는 추세이다.

미국콘크리트학회에서 발행한 콘크리트 구조물의 보수·보강 매뉴얼에 따르면 건설 분야에서 보수·보강의 비중이 더욱 증가할 것으로 전망하고 있고, 콘크리트 보수·보강 분야는 콘크리트 건설 분야에서 가장 빠르게 성장하는 분야 중의 하나로 미국의 연간 보수·보강 비용이 40조원을 초과할 것으로 예상하고 있다 (ACI, 2004). 국내에서도 신축공사의 비용에 대한 부담과 건설된 지 오래되어 노후화가 진행된 철근콘크리트 구조물의 증가로 유지관리의 필요성이 크게 증가하여 점차적으로 보수·보강 분야가 확대되고 있다. 이러한 필요성의 증가로 인해 새로운 보수·보강 기술이 국내외에서 지속적으로 연구되고 있다.

국내에서는 철근콘크리트 구조물의 보수·보강 공법으로 강관접착공법, 섬유보강 (Fiber reinforced plastic, 이하 FRP) 표면부착공법, 외부 프리스트레싱공법 등이 사용되고 있다. 특히 구조적 성능이나, 경제적, 공간적 효율을 높이는 데 유리한 FRP 보강공법은 지난 20년간 토목 구조물에 널리 적용되어 왔으며 (Chen, 2008), 구조물의 보강에 우수한 효과를 나타내는 것으로 수많은 연구 결과가 보고되었다 (Karbhari, 2000). 국외에서는 1960년대에 재료의 성질이 잘 규명되고 적용하기 편리한 강관을 외부에 부착하여 보강하는 공법을 사용하기 시작하였다 (Chen, 2001). 이후 강관 자체의 무게와 넓은 면적 보강 시 많은 시공 상의 문제점이 나타나 타 분야에서 이미 개발되어 사용되던 복합재료가 강관을 대체하는 보강 재료로서 각광받기 시작하였다 (Nanni, 1993). 그 후 현재까지 선진복합재료라 불리는 탄소섬유와 유리섬유, 아라미드섬유를 연속섬유로 가공하여 사용하는 FRP 보강공법이 국내외적으로 가장 많이 적용되고 있다. 하지만 FRP 보강공법은 에폭시 접착제에 의해 표면 부착으로 이루어지는 보강방법으로서 구조물과 섬유시트사이의 완벽한 접착이 보강성능을 좌우하게 된다. 또한, 보강재 단부에서의 응력집중과 수분접촉 등의 외부 환경적 요인에 의해 계면에서의 박리탈락이나 들뜸 현상이 자주 나타나 섬유시트의 재료적 성

능이 충분히 발휘되기 전에 조기 파괴되는 문제점이 있다. 이렇게 구조물에 섬유시트를 부착하였을 경우 부적절한 보강설계가 된다면 매우 취약적인 파괴거동이 나타나, 구조물의 안전성에 중점을 두어 저 보강보로 설계하여 시공하는 구조물에 큰 위험을 초래할 수 있다. 따라서 현재까지 구조물의 보강방법으로 가장 많이 적용된 FRP 보강공법의 불필요한 계면을 제거함과 동시에 일체거동을 유지하고, 구조물이 파괴에 도달하기 전 사전징후를 인식하여 사전조치를 취할 수 있게 하는 획기적인 재료가 필요하다.

이로 인해 기존의 보강 재료가 아닌, Steel Mesh로 보강한 시멘트 모르타르 (Steel Mesh Cement Mortar; SMCM)을 이용한 보수방법을 채택하여, Steel Mesh의 보강 면적, 그리고 보강 층 수 (number of layer)를 달리하여, 일반 콘크리트와 구조적 성능을 비교하고 평가하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시편 제작

본 연구에서 사용된 Steel Mesh는 작업성을 용이하게 하기 위하여, 국내 I사에서 납품하고 있는 Fig. 1과 같은 사각형의 직금망 (woven square mesh)을 이용하였으며, 비중은 7.93으로 일반적으로 사용되는 강섬유의 비중 7.85와 유사하다. Steel mesh의 직경은 0.7mm를 사용하였으며, mesh 간격은 4.38mm으로 선정하였다. ACI 549에서 제시되고 있는 Steel Mesh의 항복강도와 탄성계수는 Table 1에 나타나 있다.

SMCM에 사용할 모르타르는 시멘트, 잔골재, 물의 비율을 1 : 1 : 0.5로 배합하였으며, 이는 그라우트 모르타르 제작에 가

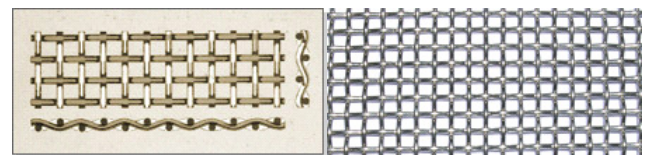


Fig. 1 Figure of Steel Mesh

Table 1 Yield strength and elastic modulus of Steel Mesh (ACI 549 1R)

		Woven square mesh	Welded square mesh	Hexagonal mesh
Yield strength (MPa)		450	450	310
Effective modulus (GPa)	long	138	200	104
	trans	165	200	69

Table 2 Concrete Mixture Design

MCA ¹⁾ (mm)	Slump (mm)	W/B (%)	Unit weight (kg/m ³)				AE (%)
			W	C	S	G	
25	100	30.6	140.2	458	713	1110	4.5

1)MCA : Maximum size of Coarse Aggregate

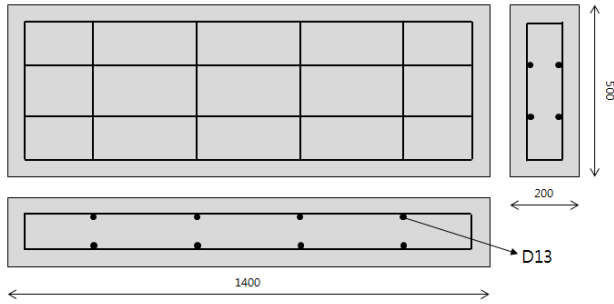


Fig. 2 RC Specimen (mm)

장 많이 사용되는 배합비이다. 콘크리트 배합은 Table 2와 같으며, 콘크리트의 설계기준강도는 35MPa, 슬럼프 값은 100mm로 제작하였다.

모르타르의 압축 강도 시험은 보통 입방공시체로 측정하는 것이 일반적이지만, 본 연구에서 사용된 모르타르는 터널 공사표준시방서의 정착재료 기준에 의하여 만들어졌고, 지름 대 높이의 비가 1 : 2인 공시체를 만들어야하므로 콘크리트와 동일한 규격의 공시체를 제작하였다.

모르타르의 7일 압축 강도는 38.0MPa, 28일 압축 강도는 45.2이 나왔으며, 콘크리트는 각각 32.6MPa, 44.7MPa로 측정되었다. 또한 공시체 제작뿐만 아니라, 콘크리트 타설 전, 슬럼프 시험, 공기량 시험, 염화물 시험을 진행하였다. 슬럼프 값은 11cm로 측정되었으며, 공기량은 4.1%, 염화물 시험은 Cl⁻ 이온을 측정하였으며, 평균 0.0130%, 총량 0.021kg/m³으로 측정되었다. 양생 조건으로는 20±1℃, 60±3% RH의 조건에 노출시킨 기건 양생을 하였다.

3점 휨 부재 실험에서 사용된 기본 RC 시편은 Fig. 2와 같이 1400×500×200 (mm)의 슬래브에 양단 배근하였으며, 이 외에 총 4가지 방법으로 RC 하부면에 SMCM을 보강하였다. Table 3은 시편의 종류와 이름, 보강 방법을 나타낸다.

첫 번째 시편은 가장 기본적인 RC 시편이며, 두 번째 시편과 세 번째 시편은 첫 번째 시편과 같은 시편에 Steel Mesh를 Fig. 3과 같이 한 겹, 그리고 두 겹을 보강한 시편이다. 보강할 SMCM의 면적은 1400×500 (mm), 사용할 Steel Mesh의 면적은 1360×460 (mm)으로 Fig. 4에 나타내었다. SM-A 시편에 적용한 Steel Mesh 보강은 SMCM이 지점부에 의한

Table 3 Specimen

Specimen	Repair Area	Layer Number of SMCM
RC	X	X
SM-A1	Whole Reinforcement (Reaction Force by Point)	1
SM-A2		2
SM-B1	Partially Reinforcement (Reaction Force by Point X)	1
SM-B2		2

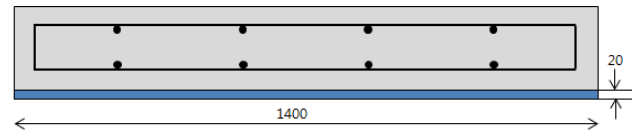


Fig. 3 SM-A Specimen (mm)

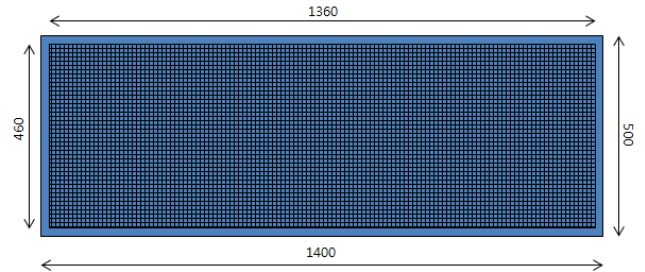


Fig. 4 Steel mesh for SM-A Specimen (mm)

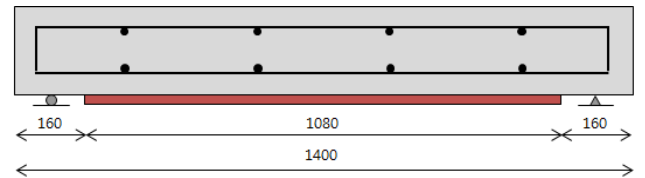


Fig. 5 SM-B Specimen (mm)

반력을 받을 것이다.

SM-B 시편 역시 RC 시편과 같은 시편에 Steel Mesh를 한 겹, 그리고 두 겹을 보강한 시편이다. 하지만 SM-A 시편과 달리, 보강한 SMCM의 면적은 1080×500 (mm), 사용할 Steel Mesh의 면적은 1040×460 (mm)으로서 Fig. 6에 나타내었으며, 이는 시편에 하중을 가할 때 SM-A 시편처럼 지점부가 Steel Mesh에 닿는 것이 아닌, Fig. 5처럼 콘크리트에 직접적으로 닿게 될 것이다. 따라서 SM-B에서는 SM-A처럼 지점부에서 작용하는 반력이 존재하지 않을 것이다.

RC 시편과 SM-A1 시편을 비교할 경우, SMCM의 보강효과를 다시 한 번 확인할 수 있을 것이며, SM-A1과 SM-A2를 비교할 경우, 보강 층 수에 따른 효과의 차이를 검토할 수 있을 것이다. 이는 SM-B1과 SM-B2를 비교하는 것에도

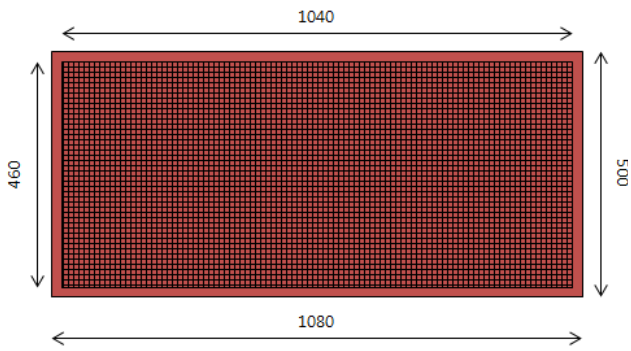


Fig. 6 Steel mesh for SM-B Specimen (mm)

해당 된다. 또한 SM-A1과 SM-B1 또는 SM-A2와 SM-B2를 비교할 경우 지점부에 대한 보강의 유무, 즉 지점부에서의 반력의 유무가 어떠한 결과를 가져오지는 알 수 있을 것이다.

철근 콘크리트를 SMCM으로 후보강 했을 때의 성능을 확인하기 위한 실험이므로, 콘크리트 타설 28일 후, SMCM으로 슬래브를 보강하였다. 다른 보수·보강 공법에서 확인할 수 있듯이, 콘크리트 시편과 보수·보강재의 접합 정도가 보수·보강 성능에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 SMCM과 콘크리트 시편의 부착 성능을 높이기 위해 콘크리트 타설 후 불규칙적인 줄눈을 그어, SMCM과 콘크리트 접착면의 표면적을 넓혔다.

2.2 구조 실험

2.2.1 실험 전경 및 게이지 부착

본 연구에서는 보수·보강 재료로서의 SMCM의 성능을 평가하기 위하여, Fig. 7과 같이 2,500kN의 UTM을 사용하여 양단 80mm 위치에서 단순지지 조건의 3점 휨 실험을 진행하였다. 재하속도는 0.02mm/sec 속도로 변위 제어를 하였으며, 선하중 (line load)로 하중을 재하 하였다.

철근의 변형률을 측정하기 위하여, 중앙 최대 모멘트 하부 및 전단 변형 발생 위치에 철근용 변형률 게이지를 Fig. 8과 같이 부착하였고, 콘크리트 응력을 측정하기 위하여 콘크리트 하부 중앙에 콘크리트용 변형률 게이지를 부착 위치를 Fig. 9에 나타내었다. 또한 처짐을 측정하기 위해 LVDT를 설치하였는데, 이는 SMCM의 박락에 의해 LVDT가 손상될 수 있음을 고려하여, 시편 상부, 응력 재하점을 피해 중앙에서 150mm 떨어진 지점에서 측정하였다. 마찬가지로, SMCM의 박락으로 인해 콘크리트 하부 중앙의 콘크리트용 변형률 게이지가 손상될 것을 고려하여 시편 상부, LVDT를 설치한 반대편에도 게이지를 Fig. 10, 11과 같이 부착하였다.

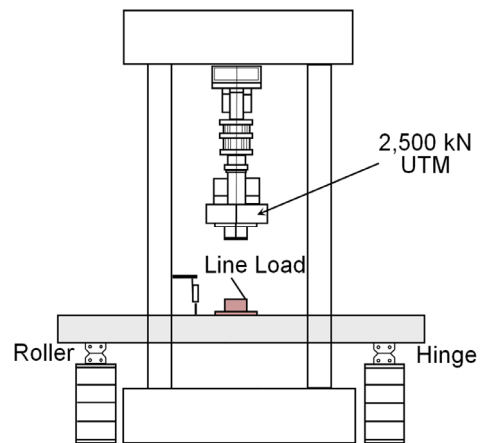


Fig. 7 Experiment View

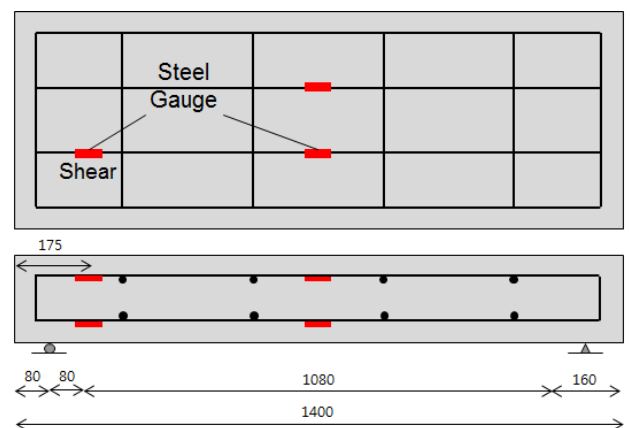


Fig. 8 Steel Strain Gauge (All Specimen)

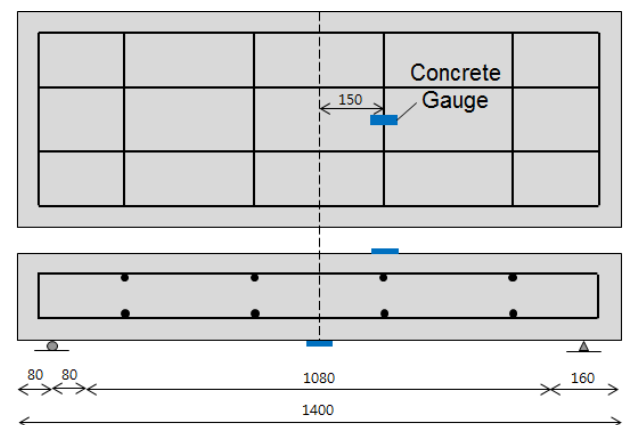


Fig. 9 Concrete Strain Gauge

2.2.2 휨 성능 결과

SMCM으로 보강한 철근 콘크리트 (RC) 부재의 하중-변위 곡선은 Fig. 12와 같다. 모든 시편의 초기 거동과 철근이 항

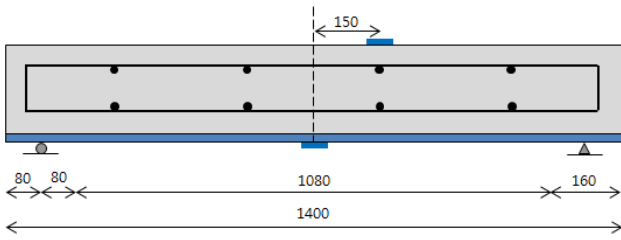


Fig. 10 Concrete Strain Gauge (SM-A)

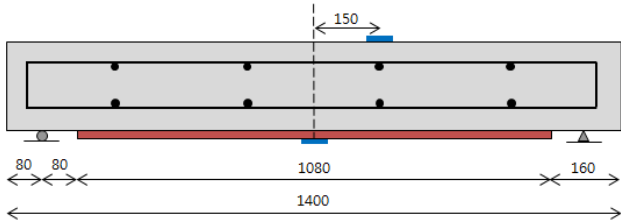


Fig. 11 Concrete Strain Gauge (SM-B)

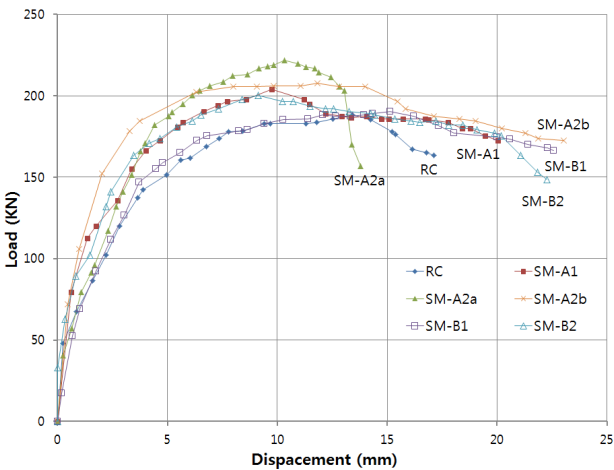
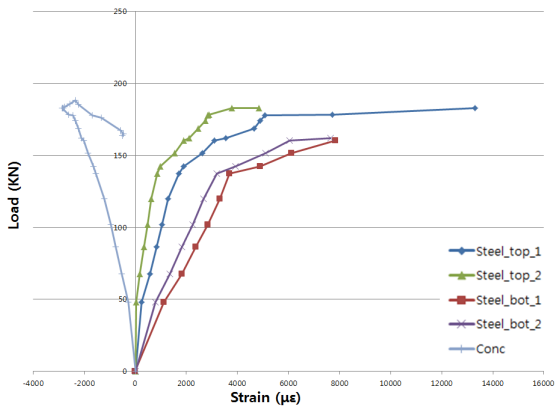
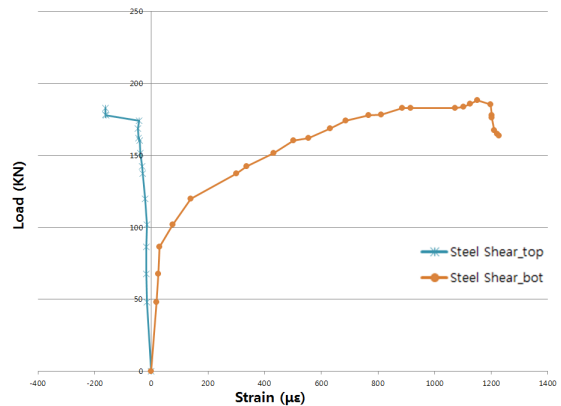


Fig. 12 Load-Displacement Curve



(a) Center



(b) Shear

Fig. 13 Load-Strain Curve (RC)

복하기 전까지의 거동은 거의 유사하게 나타났다. 그러나, 극한 하중 이후의 거동은 RC와 SMCM으로 보강한 경우가 다른 것을 확인할 수 있었다. SMCM을 시편 끝까지, 그리고 2층으로 보강한 SM-A2의 경우에는 2개의 실험체가 다른 거동을 보이는 것을 확인할 수 있었기 때문에, a와 b로 나누어 하중-변위 곡선에 나타내었다.

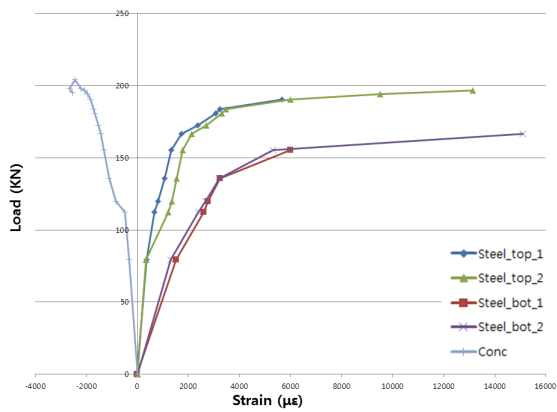
SMCM을 전체 보강한 경우와, 지점부 인쪽으로 부분 보강한 경우 모두, Steel Mesh를 2겹으로 보강 했을 때, 더 높은 극한 하중을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 전체 보강을 한 경우에는 SM-A2b와 SM-A1의 비교를 통해, Steel Mesh를 2겹으로 보강 했을 때, 최대 처짐량 또한 더 크다는 것을 확인할 수 있었다.

SMCM을 1겹, 그리고 2겹으로 보강한 두 경우 모두, 전체 보강을 했을 때, 더 높은 극한 하중을 갖는 것을 확인할 수 있었으며, SMCM을 2겹으로 보강한 경우, 지점부 인쪽으로 보강 했을 때보다 시편 전체에 보강을 했을 때 최대 처짐량이 더 크다는 것을 확인할 수 있었다.

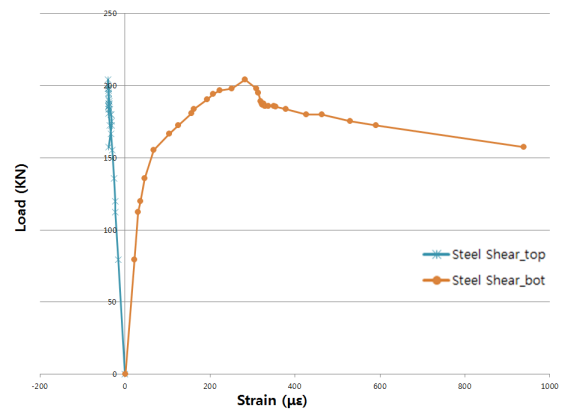
이와 같이 모든 경우를 비교해 봤을 때, SMCM을 두겹, 그리고 시편 전체에 보강 한 SM-A2 시편이 최대 극한 하중 (SM-A2a), 최대 처짐량 (SM-A2b)을 갖는 것을 확인할 수 있었다.

2.3 하중-변형을 관계

Fig. 13(a)~18(a)는 시험체 중앙부의 압축 철근 및 인장철근, 압축 측 콘크리트의 하중에 따른 변형률을 나타낸 것으로, y축을 기준을 우측은 철근의 변형률을 나타내며, 좌측은 콘크리트의 변형률을 나타낸다. Fig. 13(b)~18(b)는 전단 변

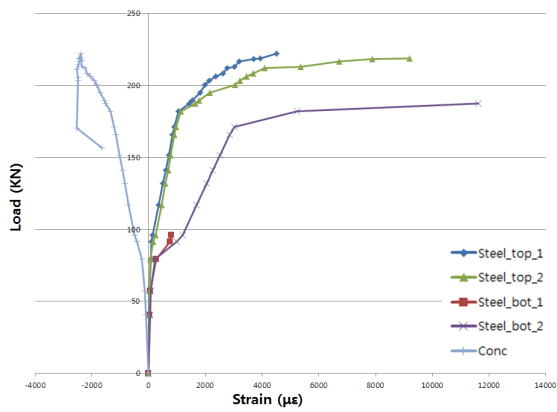


(a) Center

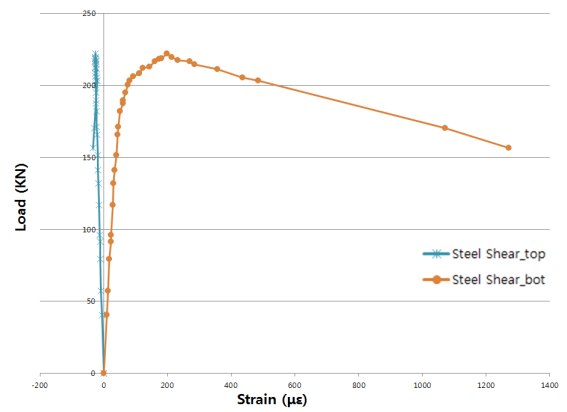


(b) Shear

Fig. 14 Load-Strain Curve (SM-A1)

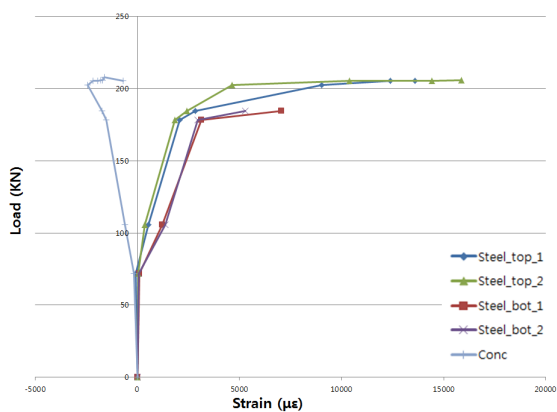


(a) Center

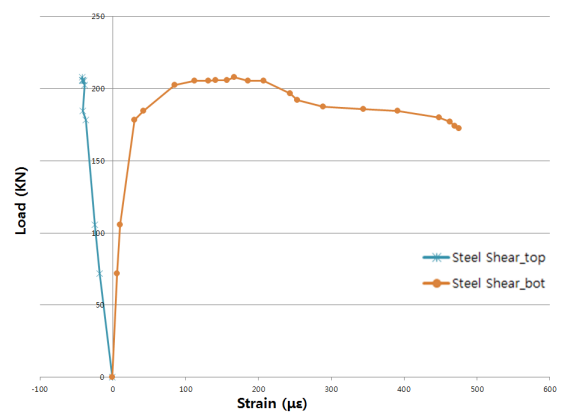


(b) Shear

Fig. 15 Load-Strain Curve (SM-A2a)

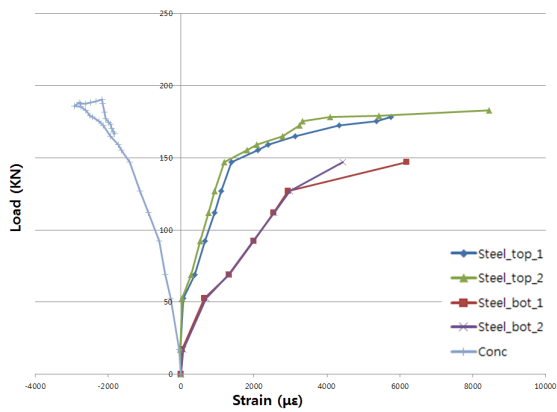


(a) Center

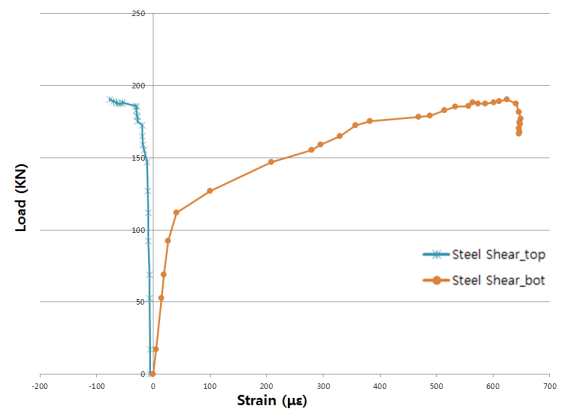


(b) Shear

Fig. 16 Load-Strain Curve (SM-A2b)

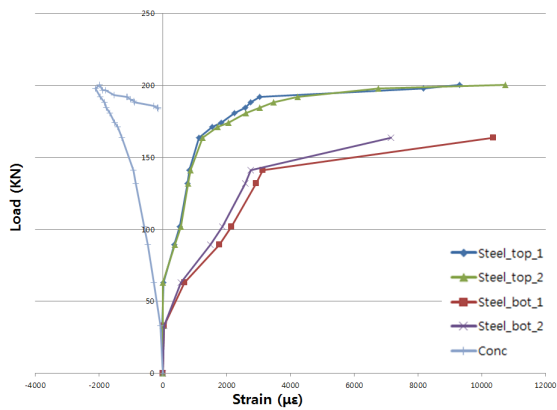


(a) Center

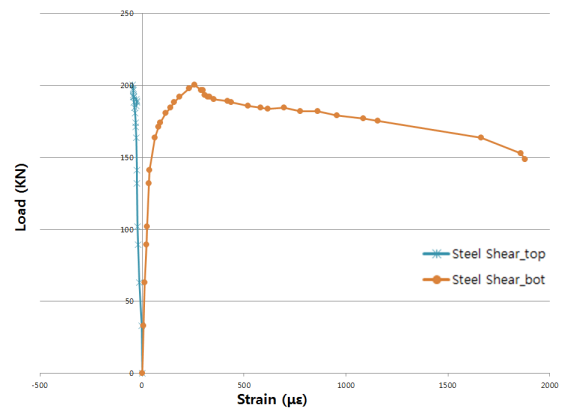


(b) Shear

Fig. 17 Load-Strain Curve (SM-B1)



(a) Center



(b) Shear

Fig. 18 Load-Strain Curve (SM-B2)

형 발생 위치의 하중에 따른 변형률을 나타낸 것으로, 그래프를 통해 위쪽 철근에는 압축력이, 아래쪽 철근에는 인장력이 작용한다는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 13(a)~18(a)에서 확인할 수 있듯이, 모든 경우에서 위쪽의 압축 철근과 아래쪽의 인장 철근이 항복했으며, 인장 철근은 항복 하중에서, 압축 철근은 최대 하중에서 철근이 크게 변형되었다. 콘크리트 변형률은 콘크리트의 극한 변형률 0.003 근처에서 최대 하중을 받았으며, 극한 변형률에 도달하기 전에 철근이 먼저 항복 변형하였으므로 휨 인장파괴가 발생한 것을 확인할 수 있다.

하중-변위 곡선에서, 2개의 시편이 다른 거동을 보였던 SM-A2a와 SM-A2b의 경우, 하중-변형률 곡선은 거의 유사한 것을 Fig. 15(a), 16(a)에서 확인할 수 있었다. 그러나 Fig. 15(a)에서 알 수 있듯이, SM-A2a의 중앙부 인장 철근 중 한 쪽의 변형률이 항복 하중까지 측정되지 않은 것으로 볼 때, 시

편 하부의 SMCM 보강 표면이 고르지 못해 실험 도중 편심이 작용했을 거라고 예측할 수 있었으며, 이로 인해 SM-A2a와 SM-A2b의 하중-변위 곡선이 다르게 나타난 것으로 추정된다.

Steel Mesh를 1겹을 넣은 Cement Mortar를 지점부 인쪽으로 부분 보강한 SM-B1의 경우, 다른 방법으로 보강한 경우와는 다르게 전단 철근 변형률이 기본 RC와 비슷한 곡선을 갖는 것을 Fig. 13(b), 17(b)에서 확인할 수 있었다. 이는 실험 도중 SMCM이 박락되었기 때문이라고 판단된다.

2.4 SMCM 부착

파괴 형상에서는 시편들이 큰 차이를 보이지 않았으나, Photo 1, 2를 통해 확인할 수 있듯이, SMCM의 완전 부착 여부에 따른 결과의 차이가 발생했다. 지점부 인쪽까지, 그리고 Steel



Photo 1 Fully Attached SMCM



Photo 2 SMCM spalled off during the experiment

Mesh를 한겹으로 보강한 SM-B1 시편, 즉, 네 번째 경우에는, 실험 도중 SMCM이 박락되는 현상이 발생했으며 (7번 시편은 12.7MPa, 8번 시편은 17.9MPa의 하중에서 박락), 이로 인해 기본 RC와 하중-변형률 곡선에서 큰 차이를 보이지 않았다. SMCM을 보수·보강 재료로서 활용하기 위해선 RC와의 부착 성능 향상이 필요하다고 판단된다.

3. 결론

본 연구에서는 일반 철근 콘크리트에 SMCM을 보수·보강 재료로서 활용 했을 때의 성능을 확인하기 위해, SMCM의 설치 유무, 보수 면적, Steel Mesh 보강 층수를 유형화 하여, 3점 휨 실험을 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) SMCM 부재는 일반적으로 철근 콘크리트에 비해 높

은 연성을 갖는다. SMCM이 RC의 보수·보강 재료로서 사용 되었을 때도 같은 특성이 나타나는지 확인하기 위해 연성지수를 사용한 부재의 안정성 평가 결과, SMCM이 보수·보강재로서 사용 되었을 때는 일반 RC와 비교 했을 때 뛰어난 연성을 갖지 못했으나, 하중-변위 곡선을 통해 최대 하중 이후 더 오래 하중에 저항할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

- (2) 철근 콘크리트를 포함하여 SMCM으로 보강한 모든 경우의 하중-변위 곡선을 통해, 다른 경우보다, SMCM을 RC 전체에 보강하고, Steel Mesh를 2겹으로 보강했을 때, 보강 성능이 가장 뛰어났고, 기본 RC에 비해 최대 하중은 1.18배, 처짐은 최대 1.37배 더 높은 것을 확인할 수 있다.
- (3) Steel Mesh를 1겹을 넣은 Cement Mortar를 지점부 안쪽으로 부분 보강한 네 번째 경우, 다른 경우와는 다르게, 전단 철근 변형률이 기본 RC와 비슷한 곡선을 갖는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 실험 도중 SMCM이 박락되었기 때문이라고 판단된다.

SMCM을 콘크리트 보수 보강에 활용할 경우, 기존의 다른 보수·보강 공법들과는 다르게 시공자의 숙련도 또는 전문성이 그리 크게 필요하지 않기 때문에, 기존 공법들과 비교했을 때, 경쟁력이 있다고 판단된다. 그러나 SMCM을 보강한 네 번째 경우 (SM-B1)을 통해, RC와 SMCM의 부착 성능 향상이 필요하다고 판단되며, 부착 성능을 향상 시킬 경우, SMCM이 일반 콘크리트 구조물의 보수·보강에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

References

1. ACI Committee 549-2R (2004), Report on Thin Reinforced Cementitious Products, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1-28.
2. Chen, J. F., and Teng, J. G. (2001), Anchorage Strength Models for FRP and Steel Plates Bonded to Concrete, *ASCE Journal of Structural Engineering*, 127(1), 784-791.
3. Chen, Z. F., and Wan, L. L. (2008), Evaluation of CFRP, GFRP, and BFRP Material Systems for the Strengthening of RC Slabs, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 27(12), 1233-1243.
4. Karbhari, V. M. and Seible, F. (2000), Fiber Reinforced Composite-Advanced Materials for the Renewal of Civil Infrastructure, *Applied Composite Materials*, 7(2~3), 95-124.
5. Kim, S. B., Kim, J. H. Jay, Choi, H. S., and Heo, G. (2007), Development and Applicability Evaluation of High

- Performance Poly-urea for RC Construction Reinforcement, *KSCE JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, 30(2A), 169-176 (in Korean).
6. L'Hermite, R. (1977), Use of bonding techniques for reinforcing concrete and masonry structures, *Materials and Structures*, 10, 85-89.
 7. Mun, T. C., Kang, C. W., and Lee, H. (2009), Characteristics of Physical Properties According to Compound Condition of Grout Mortar, *Journal of Korean society of explosives and blasting engineering*, 27(1), 32-37.
 8. Nanni, A. (1993), *Fiber-Reinforced-Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures: Properties and Applications*, Elsevier, Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 450.
 9. Neville, A. M. (1996), *Properties of concrete*, 4th ed. John Wiley & Sons, New York.
 10. Nilson, H., Darwin, D., and Dolan, C. W. (2003), *Design of Concrete Structures*, 13th ed., 2003, McGraw-Hill, New York.
 11. Park, J. C., Kim, S. B., Lee, S. W., and Kim, J. H. Jay (2011), Application Study on the Reinforcement Effect Evaluation of RC Slab Strengthened with Stiff Type Poly-Urea, *KSCE JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, 31(6), 457-464 (in Korean).
 12. Sim, J. S. (1995), The Currency of Recent Studies for the Repair and Rehabilitation of R/C Structures, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 19(6), 64-73 (in Korean).

Received : 02/17/2014

Revised : 03/25/2014

Accepted : 04/03/2014

요 지

신축공사의 비용에 대한 부담과 건설된 지 오래되어 노후화가 진행된 철근콘크리트 구조물의 증가로 유지관리의 필요성이 크게 증가하여 점차적으로 보수·보강 분야가 확대되고 있다. 이러한 필요성의 증가로 인해 새로운 보수·보강 기술이 국내·외에서 지속적으로 연구되고 있다. 국내에서는 철근콘크리트 구조물의 보수·보강공법으로 강판접착공법, 섬유보강 (Fiber reinforced plastic, 이하 FRP) 표면부착공법, 외부 프리스트레싱공법 등이 사용되고 있다. 이러한 방법 외 Steel mesh로 보강한 시멘트 모르타르 (Steel Mesh Cement Mortar; SMCM)을 이용한 보수방법을 고려하고자, Steel mesh 의 보강 면적, 그리고 보강 층 수 (number of layer)를 달리하여, 3점 휨 부재 실험을 수행하였다.

1400×500×200 (mm)의 기본 철근 콘크리트 (RC)를 포함하여 총 5종류의 시편을 제작하였으며, 처짐량을 측정하기 위해, 시편 상부에 LVDT를 설치하였으며, 시편 중앙부에 철근 변형률 게이지와 콘크리트 변형률 게이지, 전단 철근에 철근 변형률 게이지를 부착하였다.

3점 휨 실험 결과, 모든 하중-변위 곡선에서 공통적으로 SMCM으로 보강한 시편이 기본 RC에 비해 최대하중이 더 높은 것을 확인할 수 있었다. SMCM을 두 층, 그리고 기본 RC 하부 전체에 보강을 할 경우, 기본 RC에 비해 최대 하중은 1.18배, 처짐은 최대 1.37배 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

시편의 종류마다 조금씩 다른 양상을 보였는데, 이는 SMCM과 RC의 부착 정도의 차이로 인해 결과의 차이가 발생한 것으로 보인다. 특히, 지점부 안쪽으로 부분 보강하고, Steel Mesh를 한 겹으로 보강한 네 번째 경우 (SM-B1)에는, SMCM이 실험 도중 박락되는 현상이 발생하였다. SMCM을 보수·보강 재료로서 활용하기 위해선 RC와의 부착 성능 향상이 필요하다고 판단된다.

핵심 용어 : 보수·보강, Steel Mesh, Steel Mesh Cement Mortar, SMCM