

폴리머 콘크리트 샌드위치 패널의 휨크리이프 특성

Flexural Creep Properties of Sandwich Panels with Polymer Concrete Facings

연 규 석* 김 광 우** 함 형 길*** 김 관 호****
Yeon, Kyu Seok Kim, Kwang Woo Ham, Hyung Gil Kim, Kwan Ho

Abstract

This study was experimentally carried out to evaluate flexural creep properties of sandwich panels with polymer concrete facings. Specimen was made using polymer concrete facing and polystyrene form core that has an excellent insulation capacity. Test results showed that, in 90 days of loading, the flexural creep was 1/292 under 40 % of stress level and 1/780 under 60 % of stress level.

1. 서 론

근년에 이르러 건설기술 인력의 확보가 어렵게 되고, 노임도 상승함에 따라 건설산업 분야에서도 제품의 프리캐스트화가 급속히 전개되고 있다. 이에 따라 국내·외적으로 건축물 시공 시 큰 공정을 차지하는 벽체가 내력벽식 또는 비내력벽식 구조로서 여러 종류가 개발되고 있다. 이들 대부분은 경량화를 위해 ALC나 경량 골재 콘크리트로 제조되고 있다.

경우에 따라서는 중심부에 밀도가 낮은 단열재를 삽입한 샌드위치 패널을 사용하기도 한다. 이러한 것들은 대부분이 중심부에 단열성이 우수한 발포 폴리스티렌이나, 폴리우레탄 폼을 넣고 양쪽측면에 각종 재료로 도장한 칼라 철판이나 알루미늄판을 부착시켜 제조한 것들이다.

이러한 샌드위치 패널은 주로 조립식 가건물의 벽체로서 이용되고 있다. 그러나 이것을 주거전용의 주택이나 아파트 건축시 벽체용으로 사용하는 데는 구조상으로는 질감면에서 볼때 수요자들의 현실적인 욕구를 충족치 못하고 있다. 이러한 단점들을 보완할 수 있는것이 폴리머 콘크리트샌드위치 패널이라 할 수 있다.

연구에서는 표면부를 고강도이며 내구성이 우수한 폴리머 콘크리트로 하고, 중심부는 경량이고 단열성능이 좋은 발포 폴리스티렌을 사용 하여 제작된 폴리머 콘크리트 샌드위치 보에 대한 실내시험을 통해 휨크리이프 특성을 구명하였던 바 그 결과를 여기에 보고 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 사용재료

가. 표면부 재료

(가) 폴리머 콘크리트

본 연구에서 사용된 샌드위치 패널의 표면

* 강원대학교 농공학과 교수

** 강원대학교 농공학과 조교수

*** 밀양산업대 토목공학과 부교수

**** 강원대학교 농공학과 박사과정

부 재료의 구성비는 폴리머 콘크리트로서 불포화 폴리에스터 수지 16 wt.%, 탄산칼슘 12.6 wt.%, 골재 71.4 wt.%로 하였다.

(나) 직조 유리섬유

표면부의 보강재로서 현재 국내에서 유통되고 있는 E-그라스를 사용하였다.

나. 중심부 재료

중심부에 사용된 재료는 KS 규정상 등급이 4호인 발포 폴리스티렌이다. 발포 폴리스티렌은 폴리스티렌 수지에 발포제를 넣은 다공질의 기포 플라스틱이다.

2. 2 시험체 제작

휨 크리이프 시험에 사용된 샌드위치 패널 시험체의 치수는 6 cm× 6 cm × 90 cm로서, 중심부는 두께 50 mm 인 발포 폴리스티렌이며, 표면부는 두께가 5 mm인 폴리머 콘크리트로 되어 있으며, 표면부는 직조유리섬유로 보강을 하였다.

3 시험방법

본 시험은 KS F 2273 (조립된 판의 그 구조 부분의 성능 시험)의 규정에 따라 실시하였다. Hung⁸⁾등은 중심부 재료가 밀도와 강성이 큰 폴리우레탄 폼에 표면부가 알루미늄인 경우 폴리에스터 수지로 접착시켜 샌드위치 보를 제작하여 재하하중을 중심부 전단강도를 파괴하중으로 기준하여 재하하였으나, 본 실험에서는 중심부 재료가 밀도와 전단강도가 매우 낮아 단순 휨 시험에 의해 얻어진 파괴하중을 기준으로 하여 휨크리이프의 재하하중을 파괴하중의 20 %, 40 %, 60 %에 해당하는 하중을 재하 하였으며, 재하하중은 표 1과 같고 시험은 다음과 같은 조건에서 수행 되었다.

가) 휨 크리이프 시험 장치의 형태는 그림 1과 같다.

나) 시험은 온도 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 $65 \pm 2\%$ 로 유지 될 수 있는 항온 항습실에서 실시 하였다.

다) 변위량은 순시간이 70 cm인 중앙점 35 cm 지점에서 다이알 게이지를 이용하여 변형을 측정 하였으며, 탄성변형이 종료된 점을 0으로 해서 변위를 측정 하였다.

라) KS F 2273에 규정된 크리이프 값의 측정간격은 표 2와 같다.

마) 다만 위의 규정에 의해 7일간의 변위 증가량이 재하초기 7일간의 변위 증가량의 10 % 이하가 될 경우에는 시험을 중지 하였다.

표 1. 폴리머 콘크리트 샌드위치 패널의 재하하중

중심부밀도 (kg/m ³)	파괴하중(1,100 kg)		
	P ₁ (20%)	P ₂ (40%)	P ₃ (60%)
14.4	220 kg	440 kg	660 kg

표 2. 휨 크리이프 측정간격

재하경과시간	측정간격
7 일간 이내	1 일
7 일간 경과 14일 이내	2 - 3 일
14일을 경과 28일 이내	7 일
28일을 넘을 때	14 - 28 일

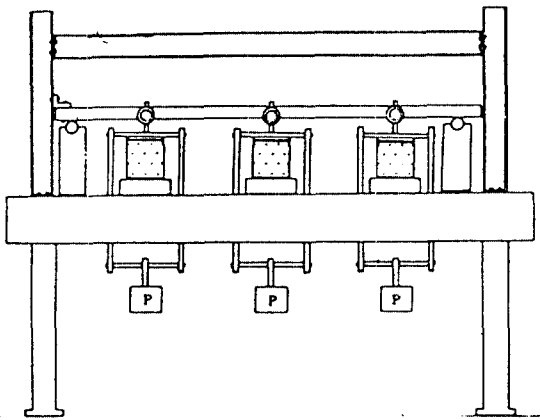
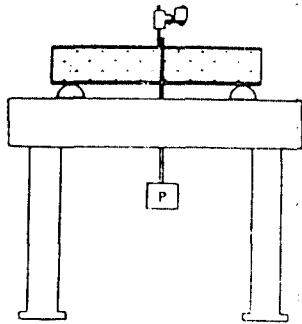


그림 1. 휨 크리이프 시험 장치 개략도

4. 결과 및 고찰

4.1 하중-재하일수 곡선

재하하중을 단순 휨 시험 파괴하중의 20 %, 40 %, 60 %로 재하하였을 경우 KS에 규정된 측정간격에 따라 90일간 측정된 결과는 그림 2와 같다.

시험 결과를 재하하중 수준별로 휨 크리이프 증가량을 살펴보면 다음과 같다. 파괴하중의 20 %인 경우에는 7일 이내에 변위 증가량이 재하초기 7일간의 변위 증가량의 10 % 이하가 되었기 때문에 KS의 규정에 따라 시험을 중지하였다.

재하하중의 수준이 40 %일 경우 10일까지는 비교적 급하게, 10 ~ 20일까지는 완만하게 증가하였으며, 20일 이후에는 거의 일정한 값을 보였다. 한편, 재하하중 수준 60 %일 경우 20일까지는 급격히 증가하는 양상을 보였으나 그 이후에는 거의 일정한 값을 보였다.

이와 같이 볼 때 재하 20일 까지만 현저한 크리이프 변형을 보이거나 그 이후에는 변형량이 매우 작음을 알 수 있다.

한편, 최종 변위량/시간의 관계를 살펴보면 재하하중 수준 20 %인 경우 7일에서 1/780, 40 %인 경우와 60 %인 경우 90일에서 각각 1/292, 1/179이었다.

나. 장기변형 증대율

장기변형 증대율은 크리이프 계수를 의미하는 것으로서, 지속적인 장기하중(자중제외)을 받을 경우 장기변형 특징을 나타내는 중요한 요소이다. 그림 3은 장기변형 증대율과 재하일수와의 관계를 나타낸 것이다.

장기변형 증대율은 $\psi = \delta / \delta_e$ 로 표시되며, 여기에서, δ_e 는 자중에 의한 변위를 포함한 탄성변위이고, δ 는 재하하중에 의한 변위량이다. 이 결과에서 볼 때 응력수준에 따라 장기 변형 증대율은 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 재하하중 수준이 40 %에서는 $\psi = 0.53$ 이었으나, 60 %에서는 $\psi = 1.17$ 로서 2배 정도의 차이가 있음을 알 수 있다.

이는 폴리머 콘크리트 샌드위치 패널을 구조용으로 사용 할 경우는 재하하중의 선택이 중요함을 나타내 주는 결과라고 하겠다.

5. 결 론

본 연구는 중심부를 발포 폴리스티렌, 표면부를 폴리머 콘크리트로 하여 제작된 샌드위치 패널에 대한 휨 크리이프 시험을 실시 한 것으로서 얻어진 결론은 다음과 같다.

가) 재하일수 90일에서 변위량/시간을 측정 한 결과 재하하중이 40 %인 경우는 1/292, 60%인 경우는 1/179였으며, 20 %인 경우는 7일에서 1/780로서 응력수준에 따라 큰 차이를 보였다.

나) 장기변형 증대율은 재하하중 40 %에서 $\psi = 0.53$, 재하하중 60 %에서 $\psi = 1.17$ 로서 큰 차이를 보였다.

다) 폴리머 콘크리트 샌드위치 패널을 내력벽식 구조용으로 사용 할 경우 재하하중의 선택이 중요하다고 하겠다.

라) 좀 더 명확한 휨 크리이프 특성의 구명을 위해서는 표면부나 중심부의 두께별 또는 중심부의 종류별로 시험체를 다양화시켜야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Abdel-Halim, M. A. and McClure, R. M., "Flexural Behavior of Reinforced Polymer - Portland Cement Concrete Beams", Polymer Concrete, SP-89, American Concrete Institute, Detroit, 1985, pp. 105-206
2. Broniewski T., Jamrozy ., Kapko J., "Long Life Strength Polymer Concrete", Proceedings of the First ICPIIC, 1975 pp. 179-184
3. Fridley, K. J., "Structural Behavior of Polymer Concrete Sandwich Constructions",

M. S. thesis, The University of Texas at Austin, Dec. 1986, p. 136

4. Friedley, K. J., Wheat, D. L. and Fowler, D. W., "Sandwich Beams with Polymer Concrete Facings", ACI, SP-16, 1989, pp.35-59

5. Fridley, K. J., "Structural Behavior of Polymer Concrete Sandwich Constructions", M. S. thesis, The University of Texas at Austin, 1986, p. 136

6. Yeon, K. S., Kim, K. W. and Hwang, J. Y., "Structural Behavior of Sandwich Panels with Polymer Mortar Facings", Proceedings of the 7th ICPIIC, Moscow, Russia, 1992, pp. 550-557

7. 최장석, 서치호, "스틸와이어 판넬의 경량화 방안에 관한 실험적 연구", 대한건축학회 학술발표 논문집, 제12권 제2호, 1992, pp. 583-586

8. Huang, J. S. and Gibson, L. J., "Creep of Sandwich Beams with Polymer Foam Cores", ASCE, pp. 171-182

9. Hubert Rüsçh, Dieter Jungwirth, and Hubert K. Hisdorf, "Creep and Shrinkage", Springer-Verlag, 1982, pp. 6-11, 68-81

10. Broniewski T., Jamrozy Z., and Kapko J., "Long Life Strength Polymer Concrete", Proceedings of the First ICPIIC, 1975, pp. 179-184,

11. 연규석외 3인, "4변이 단순지지된 폴리머 모르타 샌드위치 패널의 구조적 거동", 한국콘크리트학회지, 제 5 권 제 1 호, 1993, pp. 145-155

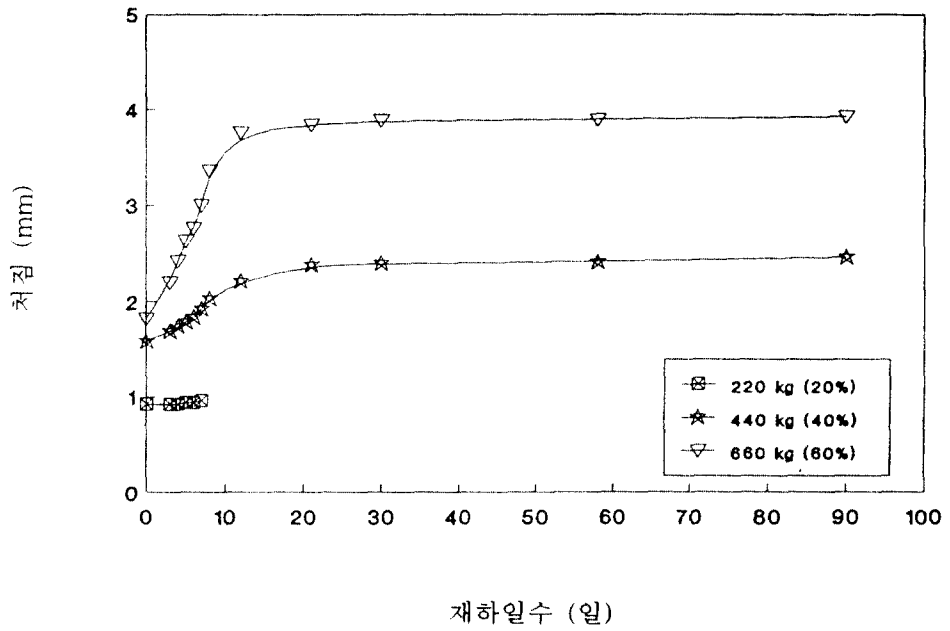


그림 2. 재하하중 수준에 따른 처짐 - 재하일수의 관계

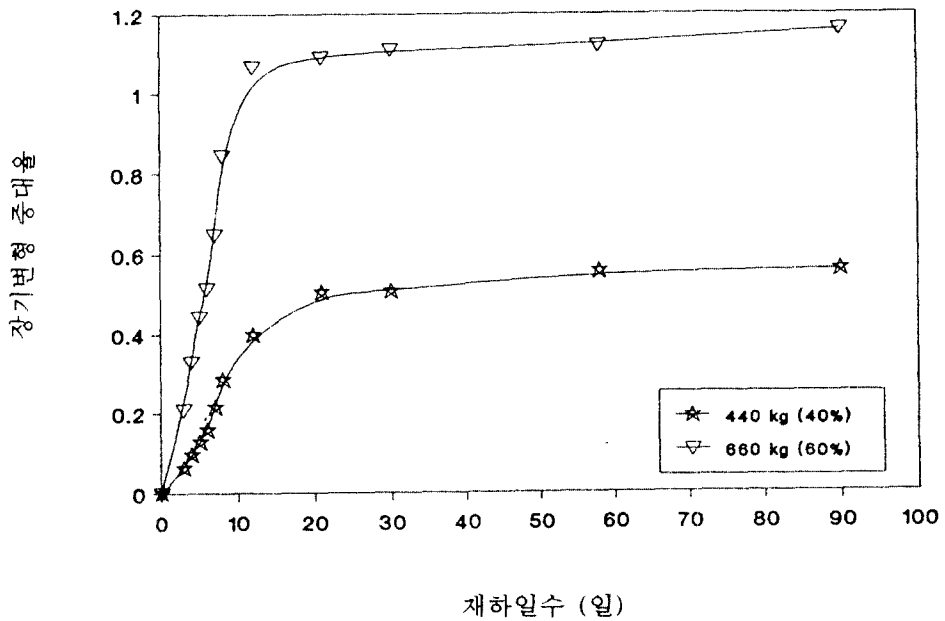


그림 3. 재하하중 수준에 따른 장기변형 증대율 - 재하일수의 관계