

피복 두께에 따른 프리스트레스트 프리캐스트 콘크리트의 내화성능 예측

민정기 · 우영제 · 최용목 · 안병권
한국건설생활환경시험연구원

요 약

프리스트레스트된 프리캐스트 콘크리트 부재는 장경간이 가능하고 공장생산으로 품질관리가 용이하다. 그러나 프리스트레싱 텐던이 화재에 노출되는 경우 일반 철근에 비해 급격하게 강도를 상실해 구조물의 붕괴로 이어질 수 있다. 국내의 경우 실험에 기초한 내화성능에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있으나 그에 반해 성능기반 설계법이 활성화 될 때 요구되는 수치해석적인 연구는 많이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 문헌조사를 통해 이전에 수행된 실험 데이터를 통해 현재 외국에서 활발히 사용되는 수치해석 프로그램을 검증하고 수치해석 모델링을 통해 각각의 내화시간에 따른 적절한 피복 두께를 제안하였다.

1. 서 론

최근 건설 환경의 변화에 따라 숙련 기술자의 감소와 함께 새로운 구조시스템에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 대한 방안으로 공장에서 제작되어 현장에서 많은 숙련된 인력을 필요로 하지 않는 프리캐스트 구조물에 대한 적용이 점차 증대되고 있다. 전통적으로 철근콘크리트 구조는 화재에 대해 우수한 성능을 나타내는 것으로 알려져 있으나, 프리캐스트 콘크리트 구조물의 경우 두께를 줄이고 스패를 증가시키기 위해 철근 대신 프리스트레싱 텐던을 사용한다. 프리스트레싱 텐던은 화재에 노출되는 경우 철근에 비해 빠르게 강도를 상실하여 구조물의 붕괴로 이어질 수 있으므로 피복두께에 대한 적절한 규정이 필요하다. 그러나 이전의 연구 동향은 대부분 철근콘크리트나 강구조에 한정되어 프리캐스트 구조물에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이전에 외국에서 수행된 실험결과에 대해 살펴보고, 이를 바탕으로 수치해석 결과와 검증하여 향후 프리캐스트 콘크리트 구조물의 피복두께 연구에 대한 기초를 제공하고자 한다.

2. 내화 실험(문헌조사)

2.1 실험체

단순지지된 프리스트레스트된 콘크리트 슬래브에 대해 Gustaferrero (1967)¹⁾에 의해 수행되었다. 이 실험에서 35~44MPa 범위의 3개 시험체의 보통 중량 콘크리트 슬래브가 ASTM E119²⁾에 따라 가열되었다. Figure 1은 두 가지 서로 다른 시험체 중 한가지 시험체의 단면 크기와 프리스트레스

텐던의 개수 및 배치와 함께 재하된 시험체의 하중 배치를 나타낸다.

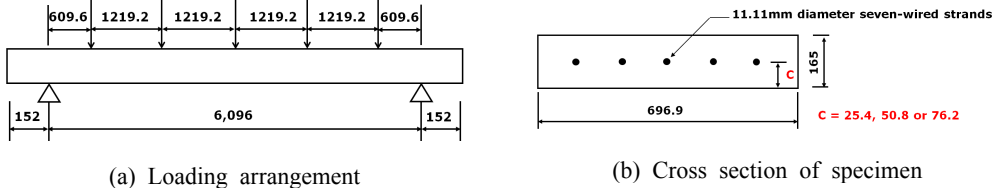


Figure 1. Specimen details for five-11.11mm tendons and 6,096mm span.

2.2 수치해석 검증

Figure 2는 시험에 의해 측정된 시간에 따른 슬래브 중앙 부분에서의 처짐과 유한요소해석 프로그램인 SAFIR에 의해 예측된 결과의 비교를 나타낸다. 화재 노출 초기에는 두 결과 사이에 차이를 나타냈으나, 전체적으로 유사한 결과를 나타내는 것을 확인 할 수 있다.

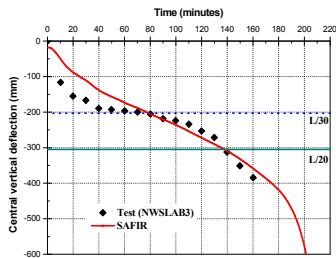


Figure 2. Central vertical deflection, 5-11.11mm strands, 76.2mm, 6,096mm span.

3. 결과 및 고찰

수치해석을 통해 검증된 모델에 대하여 유로코드에서 제시하고 있는 내화시간과 함께 여러 가지 피복두께에 대한 예측된 내화시간을 Table 1에 요약하였다. 그 결과 유로코드에서 제시하고 있는 결과와 비교해 볼 때 60분, 120분 내화성능에 대해서는 증가된 내화시간을 나타냈고, 180분 내화성능에 대해서는 감소된 내화시간을 나타냈다.

Table 1. Predicted fire resistance depending on fire protection thickness

Axis distance (mm)	Tabulated data(Eurocode) (min)	Predicted fire resistance (min)
30	60	79
50	120	132
60	180	157

참고문헌

1. A. H.Gustafarro, "Fire Endurance of Simply Supported Prestressed Concrete Slabs", PCI Journal, Vol. 12, No. 1, pp. 37-52 (1967).
2. ASTM E-119-98, "Standard test methods for fire tests of building construction and materials", Americal Society for Testing and Materials International (1998).