

인장증강효과에 따른 순간 처짐량의 비교

An Comparison of an Immediate Deflection according to Tension Stiffening Effect

김 영 진* 최 승 원** 김 우***

Kim, Young Jin Choi, Seung Won Kim, Woo

ABSTRACT

In case of calculation of an immediate deflection according to EC2, a curvature and average curvature are calculated by reflecting tension stiffening effect. In this study, tension stiffening effects according to MC90 and EC2 were considered, and an immediate deflection was calculated. And also, it was compared to results in KCI provision and experimental data. In results, it has difference around 8~15% with respect to tension stiffening effect, but all of them predict well for the load-deflection behavior after yielding state.

요 약

EC2에 의해 순간 처짐을 산정할 경우 인장증강효과를 반영하여 곡률을 산출하고 이를 통해 평균 곡률을 산출하도록 하고 있다. 본 연구에서는 MC90과 EC2에서 제시하고 있는 인장 증강 효과를 고려하여 EC2에서 제시하는 방법에 의해 휨부재의 순간 처짐량을 산정하고, 이를 콘크리트구조설계기준에 의한 처짐량 및 실험값과 비교 분석하였다. 해석 결과 인장 증강 효과에 따라서 처짐량은 약 8~15% 차이를 보였고, 두 경우 모두 항복 이후에도 하중-변위거동을 잘 예측하는 것으로 나타났다.

1. 서 론

유로코드(EC2)에서는 순간 처짐을 산정하기 위하여 보의 전 지간에 대한 곡률을 직접 적분하거나 비균열과 균열 단면의 곡률을 분포계수를 도입하여 평균 곡률로 나타내어 이 평균 곡률이 전 지간에 걸쳐 분포한다고 가정하여 처짐을 산정하는 방법을 제시하고 있다. 이 때, 인접 균열면 사이의 콘크리트 인장력의 효과를 반영하기 위한 인장 증강 효과를 고려하여 단면의 곡률을 산정한다. 본 연구에서는 EC2와 MC90에서 제시하고 있는 인장 증강 효과에 대하여 분석하고, 이를 통해 평균 곡률의 개념을 통하여 순간 처짐량을 산정하여 순간 처짐에 대한 인장 증강 효과의 영향을 고찰해 보고자 하였다.

* 정회원, 전남대학교, 구조연구실, 석사과정

** 정회원, (사)한국콘크리트학회, 콘크리트공학연구소, 선임연구원

*** 정회원, 전남대학교, 토목공학과, 교수

2. 인장 증강 효과

MC 90에서는 인장 부재의 거동을 그림 1과 같이 4 단계로 구분하여 표현하고 있으며, 균열 안정화 단계에서 인장 증강 효과에 의한 철근의 평균 변형률(ϵ_{sm})을 식 (1)과 같이 제시하고 있다. 이때, f_{ct} 는 콘크리트의 인장강도를 나타낸다.

EC2에서는 인장 증강 효과를 그림 2와 같이 나타내고 이로부터 철근의 평균 변형률을 식 (2)와 같이 제시하고 있다. 여기서, f_{scr} 은 첫 균열 발생 시 철근의 인장응력을 나타내고, β 는 하중의 형태를 반영한 계수이다.

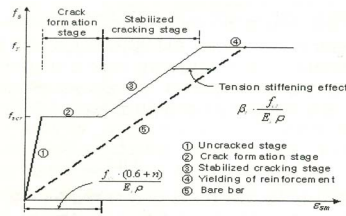


그림 1. MC-90의 인장증강효과 모델

$$\epsilon_{sm} = \frac{f_s}{E_s} \left(1 - 0.4 \frac{f_{ct}}{E_s \rho} \right) \quad \text{식(1)}$$

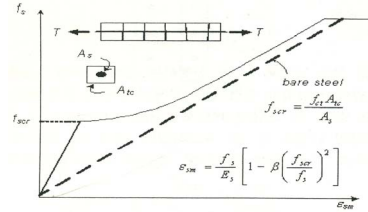


그림 2. Eurocode 2의 인장증강효과 모델

$$\epsilon_{sm} = \frac{f_s}{E_s} \left(1 - \beta \left(\frac{f_{scr}}{f_s} \right)^2 \right) \quad \text{식(2)}$$

3. 실험 대상 및 해석 결과

3.1 해석 대상 제원

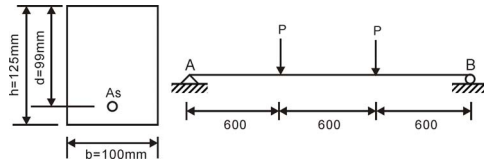


그림 3 실험체 단면 형상

그림 3 본 연구에 사용된 실험체 제원을 나타낸다. 100×125mm(폭×높이)의 단철근 직사각형 보이고, 지간의 길이는 1.8m이다. 28일 재령 후 콘크리트 압축강도는 41.2MPa 이고, 철근의 항복 강도는 460MPa이다.

3.2 해석 결과

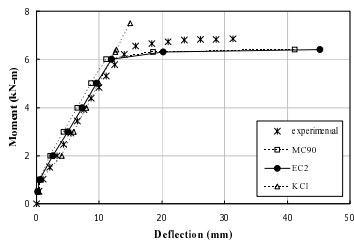


그림 4 실험 및 해석 결과

그림 4는 순간 처짐에 대한 실험 결과 및 해석 결과를 나타낸다. 그림에서 볼 수 있듯이 EC2의 인장 증강 효과를 사용한 경우 MC90의 제안식을 사용한 경우에 비해 순간 처짐량이 약 8~15% 크게 산출되었다. 이는 EC2의 경우 철근의 평균 변형률이 크게 측정되어 곡률이 증가하기 때문으로 사료된다. 또한 두 경우 모두 재료 법칙을 토대로 단면의 곡률을 산정하여 순간 처짐을 계산하므로 항복 이후의 거동까지 비교적 잘 예측할 수 있는 것으로 나타났다.

4. 결 론

인장 증강 효과에 따른 순간 처짐량의 해석 결과 인장 증강 효과의 차이는 약 8~15%의 처짐량의 차이를 발생시켰다. 그러나 하중이 증가함에 따라 이 차이는 점차 감소하였다. 또한, 두 경우 모두 항복 이후의 처짐 거동을 잘 예측할 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 한국콘크리트학회, 콘크리트구조설계기준, 2007
2. European Committee for Standardization, Eurocode 2-Design of concrete structures, 2002