

# 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 강도해석을 위한 부정정 스트럿-타이 모델 및 하중분배율의 제안

## Proposals of Indeterminate Strut-Tie Model and Load Distribution Ratio for Strength Analysis of Pre-tensioned Concrete Deep Beams

채현수\*

Chae, Hyun Soo

하상용\*\*

Ha, Sang Yong

윤영목\*\*\*

Yun, Young Mook

### ABSTRACT

In this study, a simple indeterminate strut-tie model reflecting all characteristics of the ultimate strengths and complicated structural behavior of pre-tensioned concrete deep beams is presented. In addition, a load distribution ratio, defined as a magnitude of load transferred by a vertical truss mechanism, is proposed to help structural designers perform the strength analysis of pre-tensioned concrete deep beams by using the strut-tie model approaches of current design codes.

### 요약

본 연구에서는 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 강도 및 거동 특성을 모두 반영하여 강도해석을 수행할 수 있는 부정정 스트럿-타이 모델을 제안하였다. 또한 현행 설계기준의 스트럿-타이 모델 방법을 부정정 스트럿-타이 모델을 이용한 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 강도해석에 합리적으로 적용하기 위해 수직 트러스 메커니즘에 의해 전달되는 하중의 크기 즉 부정정 스트럿-타이 모델의 하중분배율을 제안하였다.

### 1. 프리텐션 콘크리트 깊은 보를 위한 부정정 스트럿-타이 모델 및 하중분배율

본 연구에서는 프리텐션 콘크리트 깊은 보 부정정 스트럿-타이 모델의 하중분배율을 결정하기 위해 먼저 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 주요 하중전달 메커니즘을 정의하고, 이러한 하중전달 메커니즘을 반영하는 부정정 스트럿-타이 모델을 선정하였다. 그림 1과 같이 선정된 부정정 스트럿-타이 모델을 이용하여 작용하중에 대한 각 하중전달 메커니즘이 부담하는 하중의 크기 즉 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 주요하중전달 메커니즘이 부담하는 하중분배율을 스트럿과 타이 요소의 재료적 비선형 거동을 고려하는 비탄성 구조해석을 수행하여 결정하였다. 비탄성 구조해석 시 진단지간대 유효깊이의 비 ( $a/d$ ), PS 강재비( $\rho_p$ ), 그리고 콘크리트의 압축강도( $f_{ck}$ ) 등의 주요설계변수의 영향을 고려하기 위해

\* 정회원 경북대학교 건축토목공학부 박사과정

\*\* 정회원 (주)용마엔지니어링 상무이사

\*\*\* 정회원, 경북대학교 건축토목공학부 교수

다양한 설계변수 상태에 대한 비탄성 구조해석을 수행하였다. 또한 전단저항 메커니즘을 구성하는 콘크리트 스트럿과 철근 타이로 선정된 후 선정된 스트럿과 타이이 동시에 파괴되는 상태 즉 전단평형 철근비 상태를 하중분배율 결정조건으로 사용하였다. 이와 같이 결정한 하중분배율은 각 주요 하중전달 메커니즘을 구성하는 콘크리트 스트럿이 파괴됨과 동시에 항복하는 철근 타이의 필요철근량을 결정해 줌으로서 경제적인 설계가 이루어지도록 할 뿐만 아니라 설계 시 철근의 항복이후에 콘크리트 스트럿의 파괴가 이루어지도록 설계할 수 있는 기준을 제공하므로 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 연성 거동을 보장한다.

## 2. 주요설계변수에 따른 하중분배율의 변화

앞서 소개한 하중분배율 결정방법에 따라 결정한 주요설계변수의 변화에 따른 수직 트러스 메커니즘의 하중분담율 즉 부정정 스트럿-타이 모델의 하중분배율은 그림 2와 같다. 그림 2에서 보는 것과 같이 부정정 스트럿-타이 모델의 하중분배율은 전단지간대 유효깊이의 비( $a/d$ ) 뿐만 아니라 PS 강제비( $\rho_p$ )와 콘크리트의 압축강도( $f_{ck}$ )에 따라 비선형적으로 변화하였다. 이는 본 연구에서 제안한 하중분배율 결정방법이 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 비선형적인 강도 및 거동특성을 반영할 수 있음을 의미할 뿐만 아니라 전단지간대 유효깊이의 비( $a/d$ ), PS 강제비( $\rho_p$ ), 그리고 콘크리트의 압축강도( $f_{ck}$ )의 영향에 따른 프리텐션 콘크리트 깊은 보 주요 하중전달 메커니즘상의 하중저항성능의 변화를 적절히 반영할 수 있음을 의미하는 결과이다.

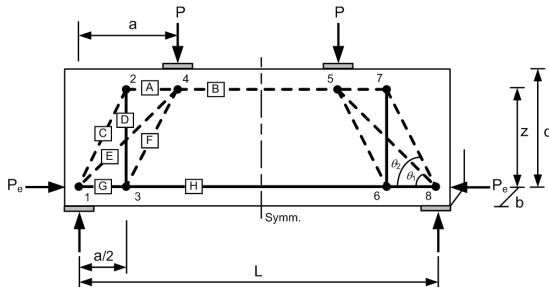


그림 1. 본 연구의 부정정 스트럿-타이 모델

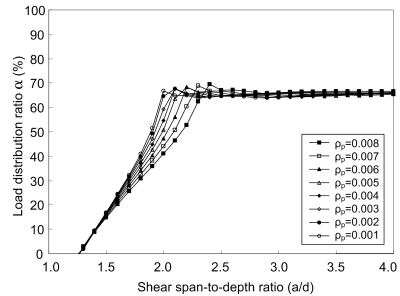


그림 2. 주요설계변수에 따른 하중분배율의 변화

## 3. 결론

본 연구에서는 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 주요 하중전달 메커니즘을 반영한 부정정 스트럿-타이 모델의 비탄성 구조해석을 통해 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 강도 및 거동에 영향을 미치는 주요설계변수를 고려함과 동시에 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 전단에 대한 연성거동을 보장할 수 있는 부정정 스트럿-타이 모델 및 부정정 스트럿-타이 모델의 하중분배율을 제안하였다. 본 연구의 하중분배율은 기존문헌의 스트럿-타이 모델 방법에 비해 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 주요 하중전달 메커니즘의 강성변화의 영향을 프리텐션 콘크리트 깊은 보의 강도해석 및 설계 시 더 적절하게 반영할 수 있다.

## 참고문헌

1. American Concrete Institute (2005) *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-05) and commentary (ACI 318R-05)*, Farmington Hills, Michigan, USA.