

# 합성 전단벽에 대한 대각 압축 응력장 접근법

이 어 진\*      홍 성 곁\*\*

Lee, Eo Jin      Hong, Sung Gul

---

## ABSTRACT

In this study, assuming that there is a diagonal uniaxial compression field in combination with triangular homogeneous stress fields in the cracked concrete wall and a tensile stress of a steel plate occurs in the perpendicular to the direction of the diagonal compression field, an ultimate shear strength of a slender composite shear wall is estimated.

## 요 약

본 연구에서는 균열 이후의 콘크리트 벽체에 대해 대각 일축 압축장과 세 삼각형으로 구성된 두 개의 균질한 삼각형 응력장을 고려하고, 이에 대해 직각방향으로 발생하는 강판의 인장응력의 조합을 가정하여 세장한 합성 전단벽의 전단강도를 추정하는 것을 목적으로 한다.

---

## 1. 서 론

일반적으로 합성 전단 벽체는 콘크리트의 균열 강도, 콘크리트 균열 후 강판의 항복강도, 그리고 콘크리트가 파괴되어 소성화 거동을 보이는 단계에서의 전단강도에 의해 벽체의 면내전단 특성을 규정한다. 본 연구에서는 균열 이후의 콘크리트 벽체에 대해 대각 일축 압축장과 세 삼각형으로 구성된 두 개의 균질한 삼각형 응력장을 고려하고, 이에 대해 직각방향으로 발생하는 강판의 인장응력의 조합을 가정하여, 평형 조건과 정적 경계 조건을 만족시키는 세장한 합성 전단벽의 하한계 전단중국강도를 추정하였다.

## 2. 하한계 전단중국강도 산정식

### 2.1 전단중국강도 산정을 위한 가정

합성 전단 벽체의 대각일축압축장-삼각형응력장 모델 구성을 위한 기본적인 가정은 다음과 같다.

첫째, 대각 일축 압축장에 의한 전단력의 전달 모델 구성을 위해서는 콘크리트와 강판의 일체화 거동을 가정할 필요가 있다. 둘째, 균열 발생 후 콘크리트는 유효 압축강도에 도달하여 파괴에 이르기까지 일방향 재료로서 압축력만 전달한다. 셋째, 대각 압축력 작용 구간과 삼각형 응력 작용 구간을 분리하여 각각의 전단 내력을 산정한다. 넷째, 강판의 인장응력의 주응력선은 콘크리트의 압축 응력도에 직각 방향으로 작용한다.

---

\* 정회원, 서울대학교, 구조재료실험실, 박사과정

\*\* 정회원, 서울대학교, 구조재료실험실, 정교수

## 2.2 전단중국강도 산정

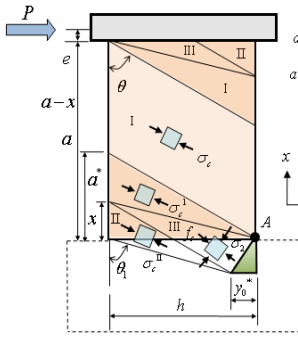


그림1. 균질한 대각 압축 응력장과 삼각형 응력장 모델

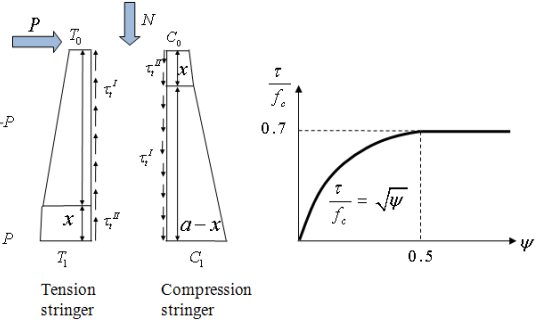


그림2. 순수 전단 상태의 웹 파피 기준

그림 1은 본 연구의 합성 전단 벽체에 대한 전단중국강도 산정을 위한 응력장을 모델링이다. 전단 벽에 수평하중이 작용하는 경우의 전단중국강도를 우선 결정하고, 수직하중 작용에 대한 경계벽의 인장력 및 압축력의 분포를 고려하여 수직하중에 의한 전단 기여분을 추가한다. 그림 1에서 영역 I 과 II는 일축 콘크리트 응력  $\sigma_c^I$ 과  $\sigma_c^{II}$ 이 작용하는 압축 응력장이며, 영역 III는 이축 콘크리트 응력  $\sigma_c^{III}$ 이 작용하는 압축 응력장이다. 그림 1과 같은 대각 압축장으로 모델링된 합성 전단벽에 대한 콘크리트의  $x, y$  방향의 응력과 각 영역에 대한 전단 및 압축 응력은 A점에 대한 모멘트 평형식과 각 방향의 평형 조건식에 의해 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\sigma_x = -\sigma_c \cos^2 \theta = -\tau_t \cot \theta, \quad \sigma_y = -\sigma_c \sin^2 \theta = -\tau_t \tan \theta, \quad \tau_t = \sigma_c \sin \theta \cos \theta, \quad \sigma_{sx} = \phi_s \sigma_s \cos^2 \theta, \quad \sigma_{sy} = \phi_s \sigma_s \sin^2 \theta, \quad \tau_{st} = \sigma_s \sin \theta \cos \theta \quad (1)$$

$$\tau_t^I = \phi_s \sigma_s \cos^2 \theta \cot \theta, \quad \tau_t^{II} = \phi_s \sigma_s \cos^2 \theta \cot \theta_1, \quad \sigma_c^I = \phi_s \sigma_s \cot^2 \theta, \quad \sigma_c^{II} = \phi_s \sigma_s \cot^2 \theta_1 \quad (2)$$

또한, 수평하중에 대해 합성 전단벽에 전달되는 하중 및 그에 의한 전단강도는 식 (3), (4)와 같다.

$$P = (\tau_x^{II} y^{II} + \tau_x^{III} y^{III}) t = \phi_s \sigma_s a^* t, \quad (3) \quad \frac{\tau}{f_c} = \psi \frac{\sigma_s}{f_{Ys}} \cot \theta \quad (4) \quad T_i = \Phi_i f_c h t, \quad C_i = \left( \Phi_i + \frac{N}{th f_c} - \frac{y_0^*}{h} \right) f_c h t, \quad (5)-(a)$$

$$T_0 = \left[ \Phi_0 - \psi \cos^2 \theta \cot \theta \left( \frac{a}{h} - \cot \theta \right) - \frac{y_0^*}{h} \right] f_c h t, \quad C_0 = \left[ \Phi_0 + \frac{N}{th f_c} - \psi \cos^2 \theta \cot \theta \left( \frac{a}{h} - \cot \theta \right) - \frac{y_0^*}{h} \right] f_c h t \quad (5)-(b)$$

여기서,  $\psi (= \phi_s f_{Ys} / f_c)$ ,  $\Phi (= \phi_s f_{Yl} / f_c)$ 는 각각 강판의 강재비(steel degree)와 경계벽의 보강비이며,  $\phi_s (= A_s / th)$ ,  $\phi_l (= A_l / th)$ 는 각각 강판의 단면적비(steel ratio)와 경계벽의 보강 단면적비이다. 강판이 인장항복한다는 가정( $\phi_s = f_{Ys}$ )에 의해 그림 2의 경계벽을 따라 분포되는 stringer forces는 힘의 평형조건에 따라 식 (5)와 같이 정리할 수 있으며, 합성 전단벽 웹의 전단중국강도는 최종적으로 식 (6)으로 나타낼 수 있다. 이때 대각 압축 응력장은 식 (7)과 같은 각도로 발생한다.

$$\frac{\tau}{f_c} = \sqrt{\psi} \quad \left[ \frac{\tau}{f_c} = \psi \cot \theta, \quad \sigma_c = \phi_s f_{Ys} \cot^2 \theta = f_c \right] \quad (6) \quad \tan \theta = \sqrt{\psi} \quad (7)$$

## 3. 결론

콘크리트와 강판의 항복 조건을 이용하여 하한계 전단강도식을 유도한 결과 식 (7)과 같은 면내 전단강도와 강재비와의 관계를 얻었으며, 이때 합성 전단벽의 전단강도는 그림 2와 같이 콘크리트 강도의 0.7을 한계치로 하는 것을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연한 “공기 단축형 복합구조시스템 건설기술 개발사업” (05-건설핵심-D02)에 의한 것으로서 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Plastic Theory Applied to Shear Walls, Junying Liu, Doctor's Thesis, 1997