

하중형상과 콘크리트 부재의 강도모형

Strength Models dependent on Load Configurations

홍 성 곁*
Hong, Sung Gul

ABSTRACT

Rationality of strength models for structural concrete depends on how to treat loads $\{$ on boundaries and load paths within members. Differentiation between strut-and-tie models and stress fields approaches for shear strength models is discussed in this paper for salient use of current design formula in design code provisions. How to model configuration of loads and stress states along the boundary for the regions under provides a key to realistic construction of stress fields together with STM.

1. 서론

콘크리트 부재의 진단강도는 소성학의 도입과 더불어 스트럿-타이 모델의 실용화로써 이미 해결 가능한 주제로 구조공학자 대부분이 짐작 할 수 있다. 한편 진단강도는 연구를 위한 연구로 치부해 버리는 경향도 간과할 수 없다. 대부분 현행 설계식이 다루어야 하는 변수를 간단하게 하기 위해서 조건을 가급적이면 간단하게 접근하는 경향이 있다. 예를 들면 현행 보의 진단강도의 경우 단면에 작용하는 휨 모멘트와 전단력을 상하현재는 압축력과 인장력으로 모멘트에 저항하고 복부는 전단력이 균일하게 작용하는 것으로 설정하여 구성한 설계식을 사용하고 있다. 그러나 소위 응력교란구역을 다룰 때 대상구역의 경계면에 작용하는 전단력을 어떻게 다루냐에 따라 진단강도식이 다르게 나타난다. 이는 경계력을 어떻게 모형화에 따라서 다르게 표현되므로 경계력의 모형과 더불어 강도모형 구성 방법에 대한 접근이 필요하다.

2. 응력장의 접근 방법

현재 통상적으로 사용하는 STM은 절점에 하중이 도입하는 응력장의 합력으로 취급할 수 있다. STM과 응력장은 하한계 이론에 충실하지만 각각 발전은 전혀 다른 출발점을 가지고 있다. 2 가지 방법에서 분포하중이나 임의 단면에 작용하는 응력을 어떻게 다루냐에 따라 전단력의 전달경로가 달라진다. 대표적인 응력장을 소개하면 다음과 같다.

- 균일 압축장: 스트럿
- 대각선 압축장
- 부채꼴 압축장
- 아치
- 절점 영역

특히 응력장 방법에 따르면 분포하중에 대한 보의 적절한 응력장은 아치형 또는 부채꼴 응력장을 이 용할 수 있다. 이러한 부채꼴 응력장을 실용적으로 다루기 위해 절절한 위치에 집중하중으로 치환하는 것이 보편적인 방법이다. 아치형태의 응력장의 진화는 보의 진단 강도를 설명하기 위한 연구부터 대각 선압축장과의 조합으로 설명할 수 있다. 물론 인장타이의 응력분포나 스티럽의 효율성을 고려한다.

*정회원, 서울대학교 건축학과 교수

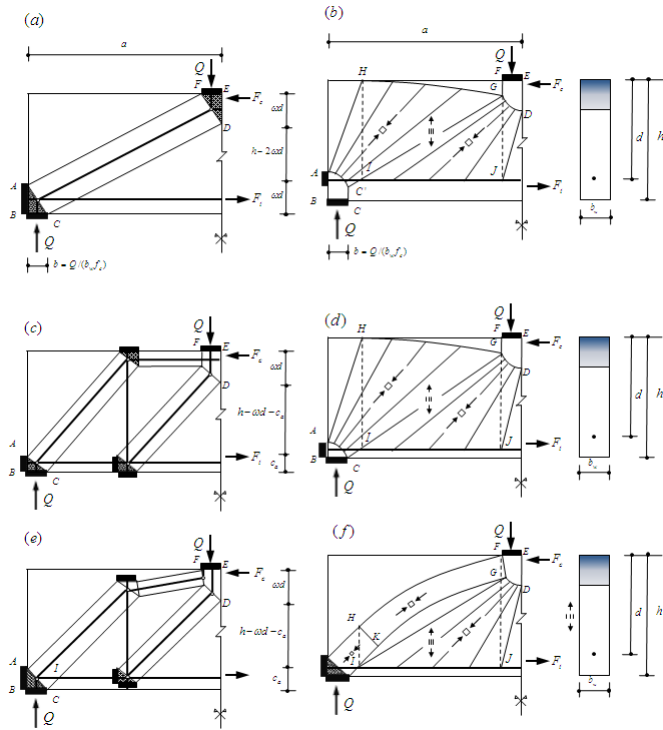


그림 1. 부착응력과 스테럽의 정착을 고려한 응력장의 종류

경계면에 작용하는 분포응력을 집중 하중으로 모형화하기 위한 기법은 가능한 같은 정역학적 효과가 나타날 수 있도록 한다.

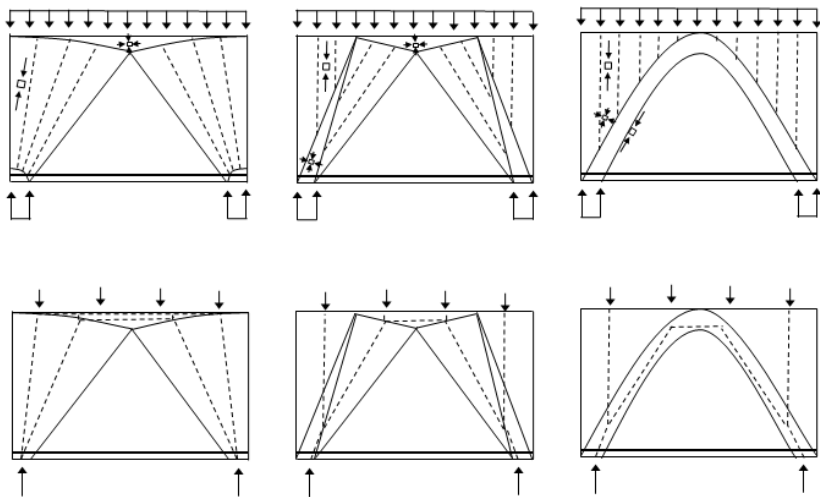


그림 2. 등분포하중에 대한 부채꼴 압축장과 아치 응력장

3. 보의 전단 강도 모형

보의 전단강도는 얇은 보의 경우 균일한 압축장으로 설정하고 단면에 일정한 전단응력이 작용하는 자유 물체도에 근거하여 설명할 수 있다.

1) 전단경간의 짧은 경우나 얇은 전단벽의 경우 응력교란 현상을 감안하여 아치작용과 트러스 작용의

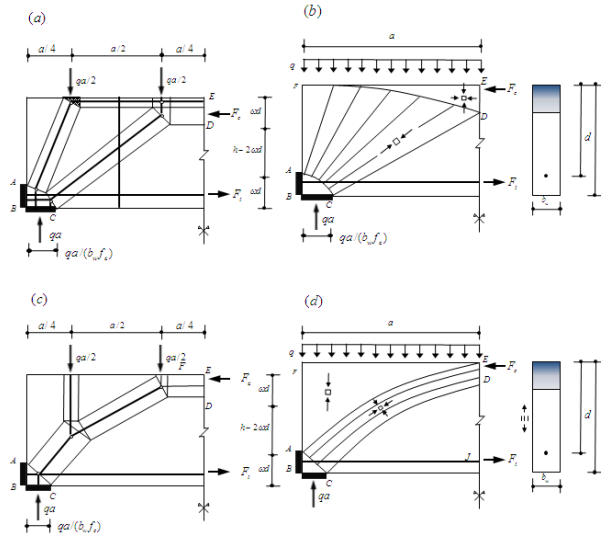


그림 3. 부채꼴 압축장과 아치에 대한 STM

조합으로 설명할 수 있다. 아치작용은 집중 하중이 스트럿을 통해 전달되는 현상으로 하중점과 지지점에 응력이 집중된다. 한편 트러스 작용은 경계면에서 분포한 전단력에 근거하여 설명할 수 있다.

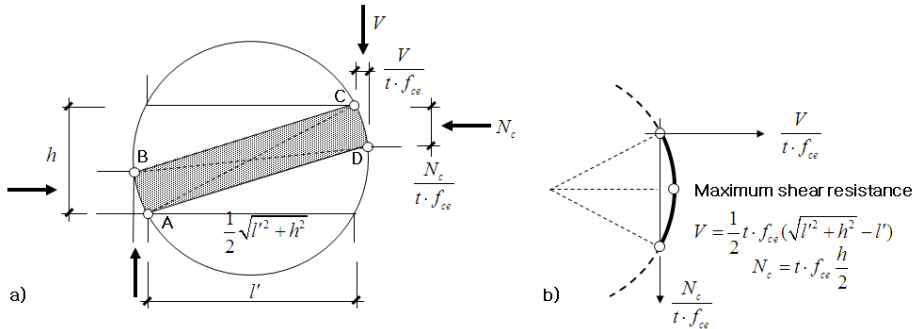


그림 4. 스트럿을 통한 아치 작용

- 2) 깊은 보의 경우에도 부재의 상부에 작용하는 경우와 부재 하부에 매달린 하중에 따라 다르다.
- 3) 인장타이의 부착강도를 발휘하는 정도에 따라 적절한 응력장을 선택하여야 한다.

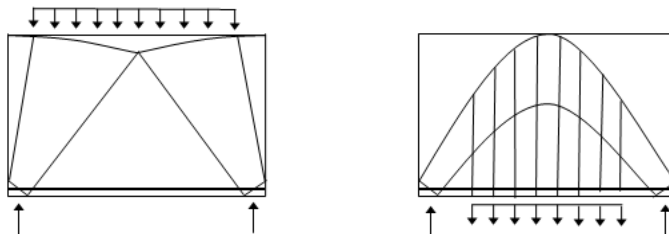


그림 5. 하중 위치에 따라 다른 응력장

4. 결론

스트럿-타이 모델은 실용적인 도구로서 활용도가 큰 반면 단순하고 간단한 모형으로 다소 한계가 있다. 응력장은 실용성이 떨어지나 응력상태를 현실성이 있게 표현한다. 2 가지 접근 방법은 상호보완적으로 적용하여 현실적인 상세설계의 방향을 제시하거나 강도의 현실적인 접근이 가능하다.

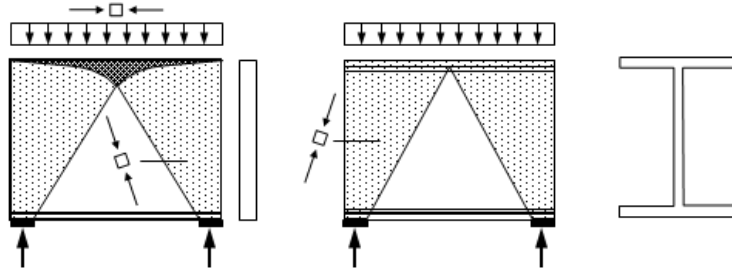


그림 6. 단면형태에 따른 적절한 응력장

2-차원의 전단강도는 비교적 이해 가능한 범위에서 다룰 수 있었으나 3차원 전단력의 전달모형은 단순하지 않다. 대표적인 문제로 슬래브와 기둥의 접합부에서 제기되는 뚫림 전단강도를 들 수 있다.

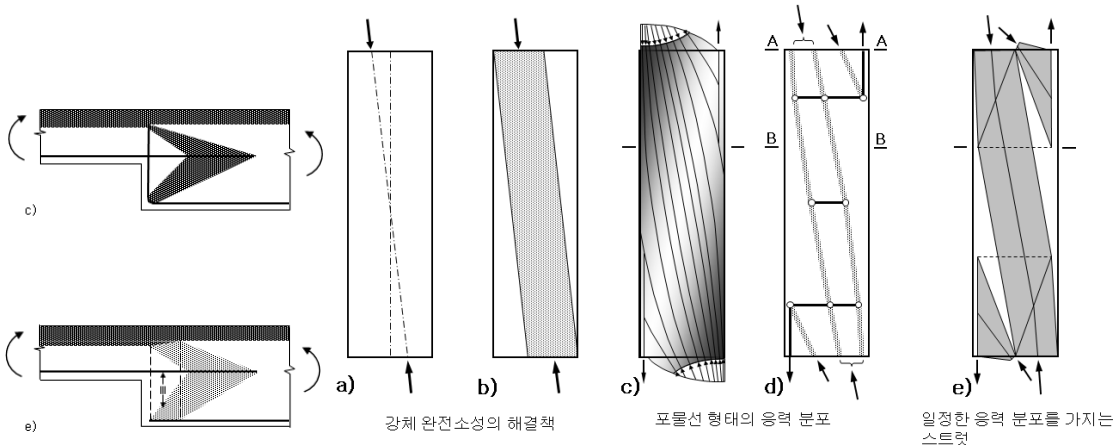


그림 7. 부착응력을 고려한 압축장의 응용

그림 8. 기둥에 작용하는 압축력과 전단력

참고문헌

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirement for Structural Concrete and Commentary (ACI 318-05)," American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 2005, 430 pp.
2. M. F. Ruiz and A. Muttoni, "On Development of Suitable Stress Fields for Structural Concrete," *ACI Structural Journal*, July/Aug, 2007, pp495-502
3. Schlaich, J., Schäfer, K., and Jennewein, M., "Toward a Consistent Design of Structural Concrete,," *PCI Journal*, V. 32, No. 3, May-June, 1987, pp. 74-150.
4. V. Sigrist and W. Kaufmann, "Shear and Flexure in Structural Concrete Beams," ETH, 1995.
5. Schlaich, J., and Weischede, D., "Detailing of Concrete Structures," *Bulletin d'Information 150*, Comité Euro-International du Béton, Paris, 163 pp. (in German)