

U리브로 보강된 광폭 강박스거더 플랜지의 극한압축강도 평가

Evaluation of ultimate compressive strength of flange stiffened with U-ribs in wide steel box-girder

김종서* · 이해성** · 김경식***

Kim, Jong Seo · Lee, Hae Sung · Kim, Kyungsik

광폭 강박스거더는 자중대비 강성이 높아 장경간 케이블교량 구조에 적합하다. 최근 광폭 강박스거더 설계에서는 하중분배가 뛰어나고 면내 압축력에 대해 안정성이 우수한 U리브가 각광받고 있다. 광폭 강박스거더가 휨을 받을 경우, 상부플랜지 또는 하부플랜지는 면내 압축 상태에 놓이게 되며, 다른 부재의 파단이 선행되지 않으면, 광폭 강박스거더의 극한강도는 상하부플랜지의 면내 극한압축강도에 의해 지배된다. 이때, 다이아프램의 면외 휨강성이 크지 않다면 극한압축강도 평가를 하중제어법으로 수행해야 한다. 그러나 다이아프램의 면외 휨강성이 상당하다면 이는 변위제어 기법으로 해석될 수 있다. 본 연구에서는 다이아프램의 면외 휨강성이 U리브로 보강된 플랜지의 거동에 미치는 영향을 평가하여 보강플랜지의 극한압축강도를 평가하였다.

핵심용어 : 광폭 강박스거더, 극한압축강도, 다이아프램, U리브, 변위제어, 하중제어

1. 서론

광폭 강박스거더는 다른 형태의 거더들과 비교하여 자중대비 강성이 높아 장경간 케이블 교량구조에 적합하다. 최근 설계 실무에서는 개방형 보강재 보다는 하중분배가 뛰어나고 면내 압축력에 대해 안정성이 우수한 폐합형 보강재 U리브가 각광받고 있다. 광폭 강박스거더가 휨을 받을 경우, 상부플랜지 또는 하부플랜지는 면내 압축 상태에 놓이게 되며, 다른 부재의 파단이 선행되지 않으면, 광폭 강박스거더의 극한휨강도는 상하부플랜지의 면내압축강도에 의해 지배된다. 일반적으로, 보강판은 다이아프램 사이에서 거동하도록 설계된다. 이때, 다이아프램은 보강판에 단순 경계조건을 제공한다. 만약 다이아프램의 두께가 얇아서 면외 휨강성이 충분하지 않다면, 보강판에서 하중이 재하되는 부분의 면내 변위는 모두 다르게 발생할 것이다. 이 경우는, 하중제어법으로 해석해야 한다. 그러나, 다이아프램의 두께가 상당하여 면외 휨강성이 충분하다면, 보강판에서 하중이 재하되는 부분의 면내 변위는 모두 동일하게 발생할 것이다. 이 경우는 변위제어법으로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 다이아프램의 면외 휨강성이 보강판의 거동에 미치는 영향을 분석하여 U리브로 보강된 판의 극한압축강도를 평가하였다.

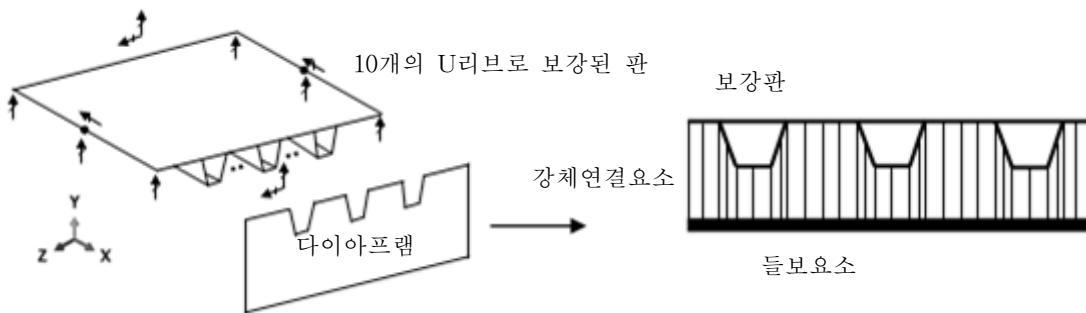


그림 1. 들보와 강체연결요소를 이용한 다이아프램의 모델링

* 정희원 · 서울대학교 교량설계핵심기술연구단 선임연구원, 공학박사 (E-mail: jskim99@snu.ac.kr) - 발표자

** 정희원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사 (E-mail: chslee@snu.ac.kr)

*** 정희원 · 청주대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (E-mail: kkim@cju.ac.kr)

그림1은 다이아프램을 들보요소와 강체연결요소를 이용하여 모델링하는 방법을 나타낸다. 실 모델링 및 해석은 ABAQUS를 이용하였다. 본 연구에서는 다이아프램의 휨강성을 들보요소의 y축에 대한 단면2차모멘트를 이용하여 표현하였다. 보강판에 대하여, 단순경계조건으로 모델링하였으며, 보강판 두께는 12.7mm로 설정하였다. 초기기하학적 결함은 유사동거동형태에 대하여 1000/L을 적용하였다. 잔류응력은 Fukumoto 모델을 적용하였다. 보강판은 폭 8m, 종방향 길이 3.4m에 U400*240*8 보강재를 사용하였다. 보강판의 양끝단에서 하중제어의 경우 등압력을, 변위제어인 경우 등변위를 각각재하하여 크기를 증가시키며 비탄성좌굴해석을 수행하였다. 다이아프램을 고려한 경우는 하중제어로 해석된다.

3. 다이아프램의 면외 휨강성을 고려한 U리브 보강판의 극한압축강도

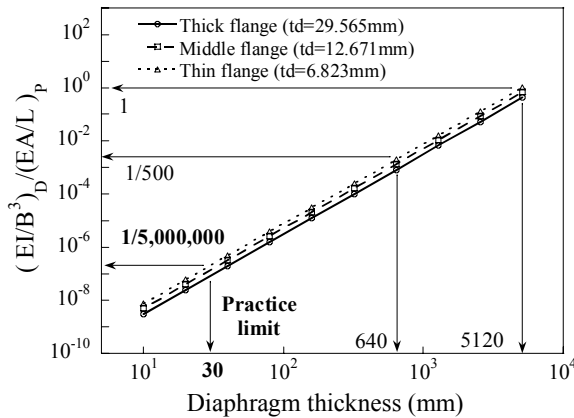


그림 2. 다이아프램의 두께증가에 따른, 보강판의 면내 압축강성에 대한 다이아프램의 면외 휨강성 비

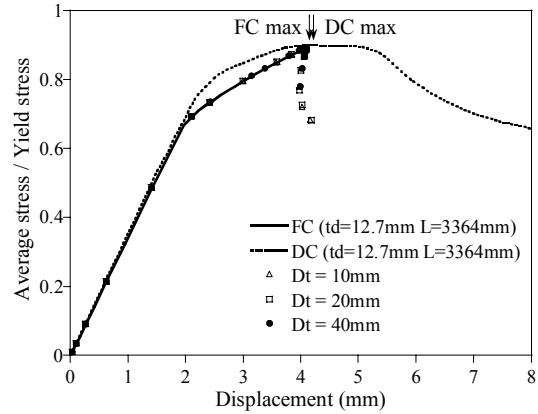


그림 3. 극한상태에서의 보강판의 면내변위

그림2는 다이아프램의 면외 휨강성에 대한 보강판의 면내 축강성비를 나타낸다. 다이아프램의 실사용 두께가 30mm정도임을 감안하면, 다이아프램의 면외휨강성이 보강판의 면내 축강성에 비해 무시할 만한 수준임을 알 수있다. 그림3는 하중제어 및 변위제어에 의한 보강판의 하중-변위곡선을 다이아프램의 두께(Dt)를 고려한 하중-변위곡선과 비교한 결과이다. 다이아프램의 두께를 40m까지 늘리더라도, 하중제어에 의한 결과와 거의 차이가 없음이 확인되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 다이아프램의 면외 휨강성을 고려한 보강판의 극한압축강도 평가를 수행하였다. 그 결과 다이아프램의 면외 휨강성이 보강판의 면내 극한압축강도에 미치는 영향이 거의 없음을 확인되었다. 따라서, U리브로 보강된 플랜지의 극한압축강도 평가시 하중제어법을 사용할 것을 추천한다.

감사의 글

본 연구는 초장대교량 사업단 제1핵심과제를 통한 국토교통부 건설기술혁신사업 (08기술혁신E01)의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Ronald D. Ziemian (2010), Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures
2. Chou C.C., Uang C.M., Seible F., (2006) "Experimental evaluation of compressive behavior of orthotropic steel plates for the new San Francisco-Oakland bay bridge." Journal of Bridge Engineering, Vol. 11, No. 2, ASCE, pp.140-150.