

고내구성을 위한 강바닥판교의 실험 및 해석 연구

A Study on Experiment and Structural Analysis for High-Durability of Orthotropic Steel Deck Bridge

공병승*
Kong, Byung-Seung

김민호**
Kim, Min-Ho

ABSTRACT

From the research which it sees verification of the whole interpretation and local interpretation of the durability steel deck bridge a static test and it produces the test body which it sells with character and it executes smallness pul lek detailed interpretation it leads and the appropriate characteristic of smallness pul lek detailed interpretation and to sleep a nominal stress price and it compares it judges it does. The stress quality from each structure region which it follows in load stock location it analyzes and from the hazard which evaluates, the objective region the length rib and the bottom grater weld zone, the length rib and width rib connection department and the width rib with the father it divided. It investigated the stress distribution of the test body from these objective location, FEM interpretation it led and the conduct against each structure state tax it analyzed.

General conduct the load stock location the floor plate is located in the center with interpretation price together symmetry characteristic to seem, it cannot be like that it cannot there is one actual test price. Like this reason the length rib and width rib connection actually production even production characteristic security it is a day when it is impossible with the curvature junction department which it blows, it follows in examination body deferment condition and form feed with the fact that it is visible a big difference even with error of some it becomes. Consequently for a data and the research which are more accurate it is judged with the fact that the effort which is prudent will be necessary.

1. 서론

본 연구에서는 고내구성 강바닥판의 전체 해석과 국부해석의 검증을 바탕으로 강바닥판 실험체를 제작하여 정적 실험을 실시하고 소블럭 상세해석을 통하여 공칭응력 값을 비교하여 소블럭 상세해석의 적절성을 판단하고자 한다.

일반적으로 상당한 피로균열이 발생하는 세로리브, 가로리브 연결부 및 세로리브측, 가로리브측 슬릿부 부분을 대상으로 주응력을 비교하고자 한다. 따라서 다음에 기술한 유한요소모델과 하중 및 경계조건을 적용하여 정적 실험을 실시하여 주응력을 비교하였다.

2. 시험체의 형상 및 치수

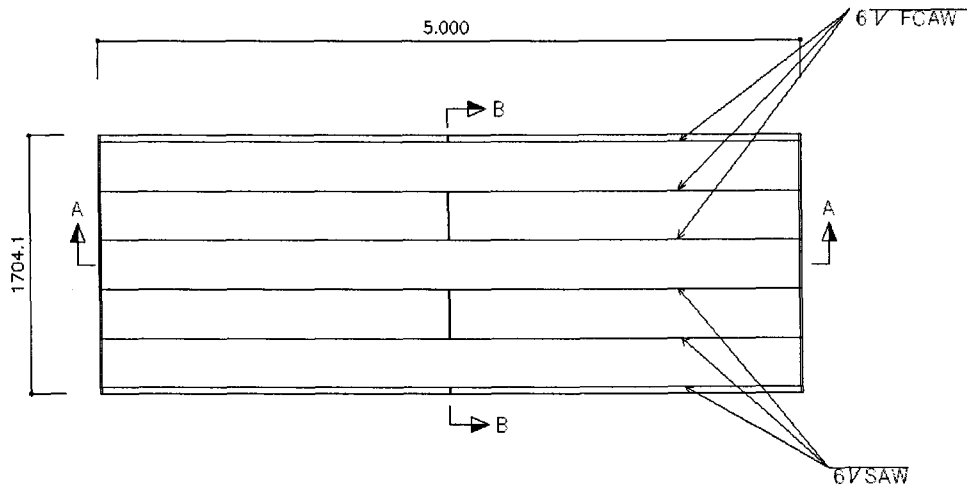
본 연구의 대상인 그림 1과 같이 보강된 상세의 단면 재원을 사용하였다. 강바닥판 시험체는 $324 \times 242 \times 8 \times 40\text{mm}$ 의 재원으로 실험실의 실험여건을 감안하여 세로리브가 3개 용접된 폭 1.704m, 길이 5m의 데크로 구성되어 있으며 가로리브의 간격은 2.5m이다. 한편, 본 실험에서는 강바닥판의 실거동을 가급적 유사하게 나타내고, 소형시험체와 대형시험체의 피로시험결과가 차이가 있다는 기존의 연구결과를

* 동서대학교 토목공학과 부교수, 정회원

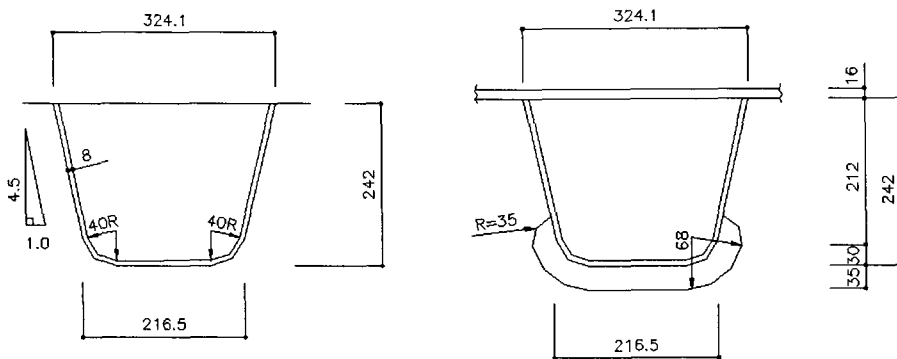
E-mail : kongbs@dongseo.ac.kr
TEL : (051)320-1821

** 동서대학교 토목공학과 석사과정, 비회원

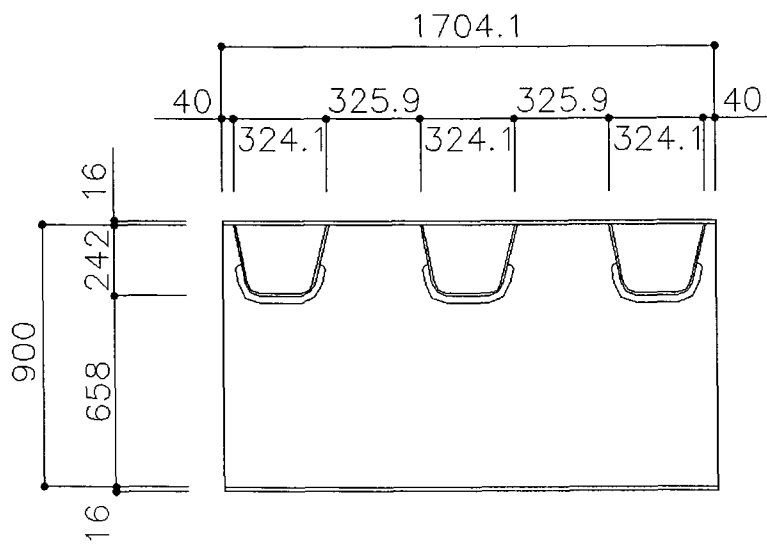
참조하여 실교량의 강바닥판과 유사한 대형시험체를 제작하였다.



(a) 평면도



(a) 종리브 상세도



(b) 정면도

그림 1. 보강 상세 단면

3. 시험체의 정적실험 및 FEM해석

3.1 모델링 형상 및 실험

대상교량은 그림 1의 제원을 사용하여 3개의 종리브와 3개의 횡리브, 데크로 구성된 소블럭으로 모델링하였다. 상세 모델링 형상은 그림 2과 같다. 원으로 표시한 부분이 관측하고자 하는 대상 위치로 mesh 분할을 다른 부분에 비해 작은 요소로 분할하였다. 이러한 이유는 mesh 크기에 따라 구하고자 하는 응력값의 크기가 변화하므로 보다 정밀한 해석값을 도모할 수 있기 때문이다.

실교량의 강바닥판과 유사한 대형 시험체를 제작하여 정적 실험을 실시하고, 실험값과 FEM해석값을 비교, 분석하였다. 실험은 그림 3과 같이 대형 시험체를 지지보 위에 거치시켜 횡리브의 양단이 힌지가 되도록 하였다. 하중재하 면적은 도로교 표준시방서(1996)에 의한 설계 시 트럭의 차륜 접지면적 $200 \times 500(\text{mm})$ 를 적용하여 최대하중 24T까지 재하 하여 실험을 실시하였다.

3.2 게이지 및 처짐계 부착위치

재하위치 선정은 종리브와 횡리브의 면내 및 면외거동을 고려할 수 있도록 재하위치를 선정하였으며, 여기서 차륜의 접지면은 DB 18(2등교) 하중의 각 차륜에 대해 하나의 사각형으로 간주하며 이 지사각형의 폭과 길이의 비는 2.5 : 1로 하여 적용하였다. 또한 실험에서 다양한 하중을 재하하여 실험을 실시하였으나, 본 논문에서는 공칭응력을 보고자 실험값중 최대하중에 대한 값에 대하여 검토하였다. 차량의 측정점으로는 그림 3과 같이 기존 연구 자료를 바탕으로 피로균열이 많이 발생하는 종리브와 횡리브 연결부 및 횡리브측 슬릿부, 종리브와 바닥강판 용접부를 대상으로 선정하였으며, 대상위치에 3축게이지를 설치하여 x, y, z 축에 대한 최대주응력 값을 측정하여 상세 구조해석 값과 비교하였다.

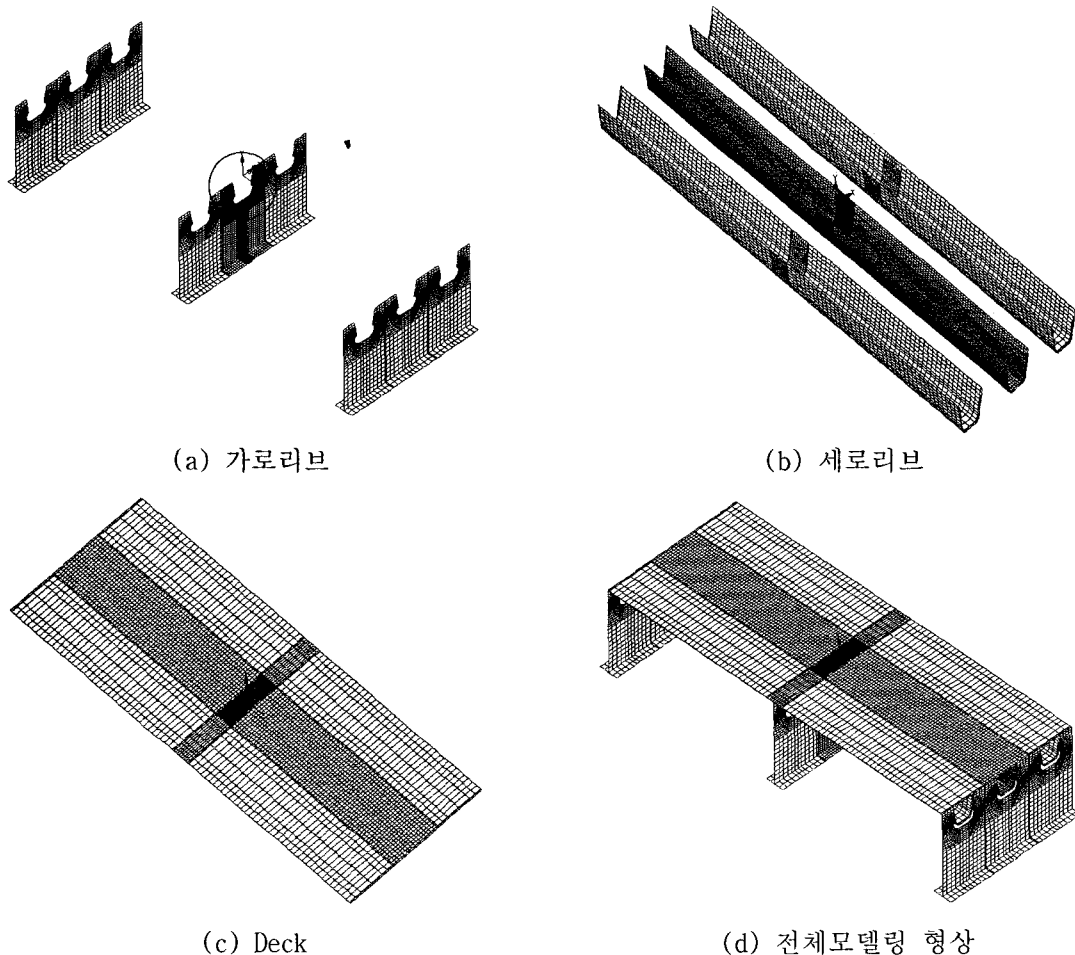


그림 2. 상세모델링 형상

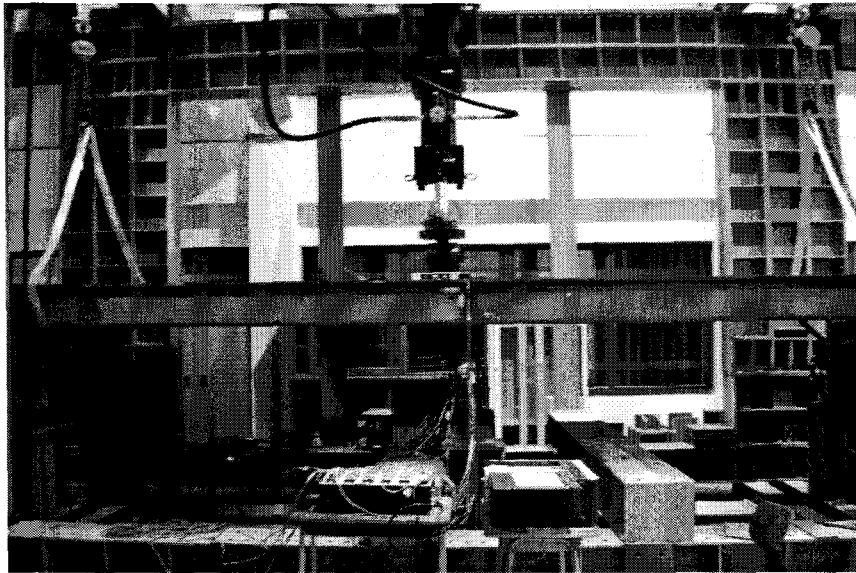


그림 3. 보강상세 시험체

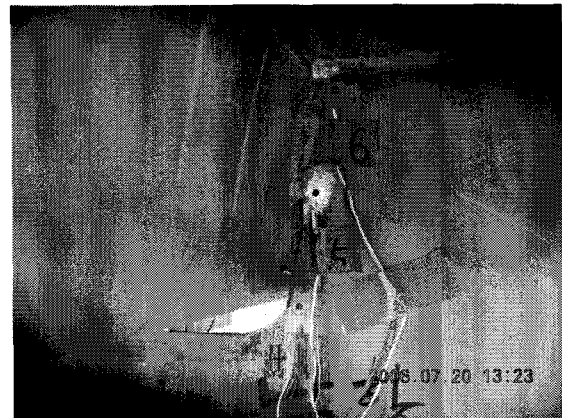


그림 4. 게이지 부착위치

4. 강바닥판 구조상세부의 정적거동 및 구조해석 분석

본 연구에서는 하중 재하위치에 따른 각 구조부위에서의 응력특성을 분석, 평가하기 위해서 대상부위를 세로리브와 바닥강판 용접부, 세로리브와 가로리브 연결부, 가로리브 슬릿트부로 구분하였다. 이들 대상위치에서 실험체의 응력분포를 검토하였으며, 그림2과 같이 FEM 해석을 통하여 각 구조상세에 대한 거동을 분석하였다.

그림 5에서 국부적인 영향을 받지 않는 세로리브의 한 측정점(No.14)을 대상으로 최대하중 24t 작용 시 공칭응력을 조사한 결과 실험값은 3.36MPa로 나타났으며, 해석값은 2.82MPa로 나타났다. 이는 두 값의 차이가 16.1%정도 오차를 보이는데 이는 그림 6에서 보는 것처럼 실험체 형상이 많이 뒤틀려져 있었고, 이로 인해 지점부분에서 상당부분 위로 올라가는 현상을 볼 수 있었다. 이런 점을 보완하기 위해 철판을 이용하여 지점부분을 보강하였으며, 이러한 이유로 다소 오차를 보이는 것으로 판단된다.



그림 5. 공칭응력 검토

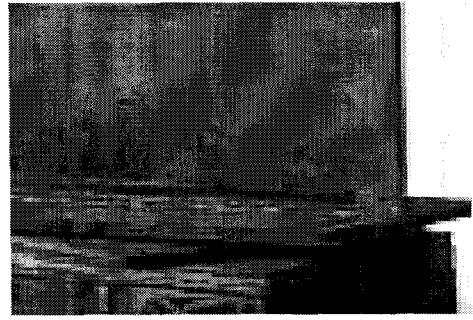


그림 6. 지점형상

그림 7은 피로균열이 빈번히 발생하는 세로리브와 바닥강판 용접부, 세로리브와 가로리브 연결부, 가로리브 슬릿트부를 대상으로 실험값과 해석값의 최대주응력을 나타내었다. 그림에서 나타내듯이 전체적으로는 비교적 비슷한 양상을 보이고 있으나 세로리브와 가로리브 연결부(게이지부착위치 2, 5)에서는 다소 차이를 보고 있는 것을 알 수 있다. 일반적인 거동은 하중재하 위치가 바닥판 중앙에 위치하므로 해석값과 같이 대칭성을 보여야 하나 실제 실험값은 그렇지 못하고 있다. 이러한 이유는 세로리브와 가로리브 연결부는 곡률 접합부로 실제로 제작시 슬릿측의 일률적인 제작성 확보는 불가능한 일이며, 큰 응력집중이 일어나는 부분이어서 앞서서 언급했듯이 시험체 거치 상태 및 형상에 따라 약간의 오차로도 큰 차이를 보이는 것으로 사료된다. 따라서 보다 정확한 자료 및 연구를 위하여 세심한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

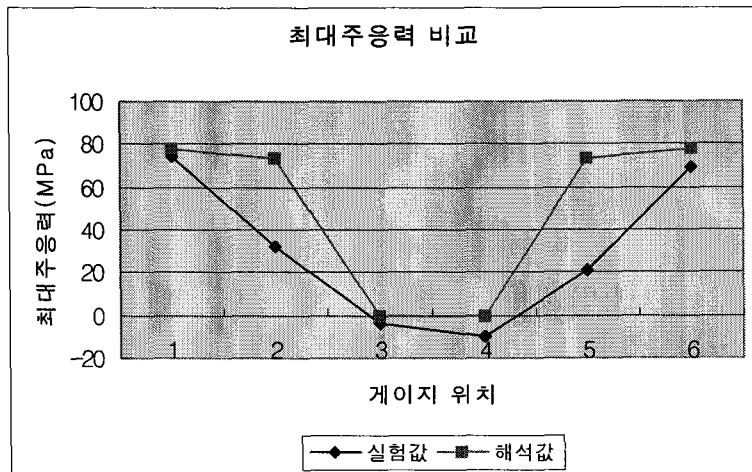


그림 7. 최대주응력 비교

5. 결론

공칭응력을 조사한 결과 실험값은 3.36MPa로 나타났으며, 해석값은 2.82MPa로 나타났으며, 최대주응력 검토시 전체적으로는 실험값과 구조해석 값이 비교적 비슷한 양상을 보이고 있으나 세로리브와 가로리브 연결부(게이지부착위치 2, 5)에서는 다소 차이를 보고 있는 것을 알 수 있다.

즉, 구조해석 결과 공칭응력, 최대주응력 값을 비교 시 실험값과 소블럭 국부해석 값이 거치상태 및 시험체 제작상의 오차, 실험 제어에 대한 미숙함으로 인한 종리브와 횡리브 연결부에서 다소 차이를 보이고 있으나, 그 이외의 관측점에서는 같은 경향을 보이고 있으므로 소블럭 국부해석의 데이터를 다소 신뢰할 수 있다고 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부(1997), 강도로교 상세부 설계지침

2. 최준혁(1999), “강바닥판 구조상세부의 정적 및 피로거동”, 박사학위논문
3. 건설교통부(2000), 도로교 설계기준
4. 배두병, 전진수, 이기장, 최준호(2001), “u리브를 이용한 강바닥판의 최적상세에 관한 해석적 연구”, 대한토목학회 2001 학술 발표회 논문집
5. 이종관, 이춘학, 윤태양, 장승필(2001), “강바닥판의 데크 플레이트와 종리브, 횡리브 용접부의 피로강도에 대한 실험”, 대한토목학회 2001 학술발표회 논문집
6. 공병승, 오순택, 배두병(2003), "강바닥판교의 설계 및 시공성 향상 방안 연구", 삼성중공업
7. 김진만(2003), “벌크헤드 플레이트로 보강된 강바닥판교의 종리브-횡리브 교차연결부의 최적상세 연구”, 석사학위 논문
8. 신동호(2006), “강바닥판 구조상세부의 정적거동 및 보강상세에 관한 해석적 연구, 석사학위 논문
9. 박경진(2007), “세로리브 내부 보강상세에 따른 강바닥판 피로저항 향상에 관한 연구”, 석사학위 논문
10. Hisatada Suganuma(2005), "Development of orthotropic steel deck system with high fatigue resistance", doctoral dissertation
- IIW(1993), "Recommendations concerning stress determination for fatigue analysis of welded components"