

보강된 세로리브에 의한 강바닥판교의 응력변화 연구

A Study on Structural Analysis of Reinforced Longitudinal Rib in Orthotropic Steel Deck Bridge

공병승*

김민호**

Kong, Byung-Seung

Kim, Min-Ho

ABSTRACT

The Steel deck a structural analysis in head plate form change the objective bridge which it sells it accomplished a detailed structural analysis from the research which it sees and Bulk-head plate it accomplished. The length rib where the fatigue crack which is considerable generally occurs, width rib connection department and the length rib side, the width rib side it compares principal stress in the object and it does to sleep. It applied the grudge element model which it describes consequently after words and a load and a boundary condition and it executed it compared a static test and principal stress. It grasped the stress conduct of the The Steel deck petal which it follows in hand weaving rib affix location and the affix location to sleep in order to analyze a same location Bulk-head the head and comparison considered.

From the detailed section which is reinforced with the stress investigation result hand weaving rib of the location which is weak in structural analysis result fatigue crack of form star reinforcement details basic form and Bulk-head the form which is reinforced with the head plate compared to principal stress investigation hour it is judged at the section which separates most.

1. 서론

이 장에서는 강바닥판 대상교량을 상세 구조해석을 수행하여 벌크헤드 플레이트 유·무 및 벌크헤드 플레이트 형상변화에 구조해석을 수행하였다.

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. 구조해석 및 정적실험

2.1. 실험 방법

가. 모델링 형상

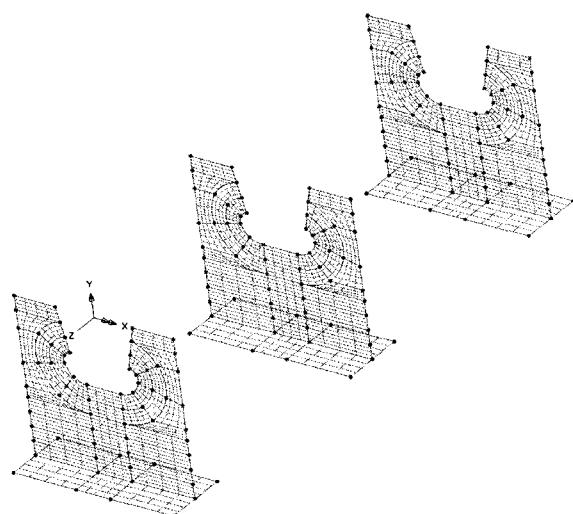
상세 모델링 형상은 그림 1과 같고, 원으로 표시한 부분이 관측하고자 하는 대상 위치로 mesh 분할을 다른 부분에 비해 작은 요소로 분할하였다. 이러한 이유는 mesh 크기에 따라 구하고자 하는 응력값의 크기가 변화하므로 보다 정밀한 해석값을 도모할 수 있기 때문이다.

* 동서대학교 토목공학과 부교수, 정회원

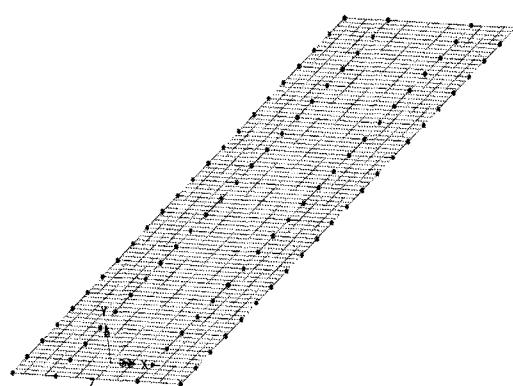
E-mail : kongbs@dongseo.ac.kr

TEL : (051)320-1821

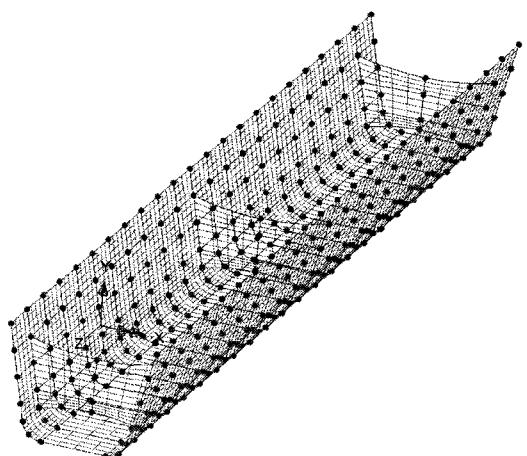
** 동서대학교 토목공학과 석사과정, 비회원



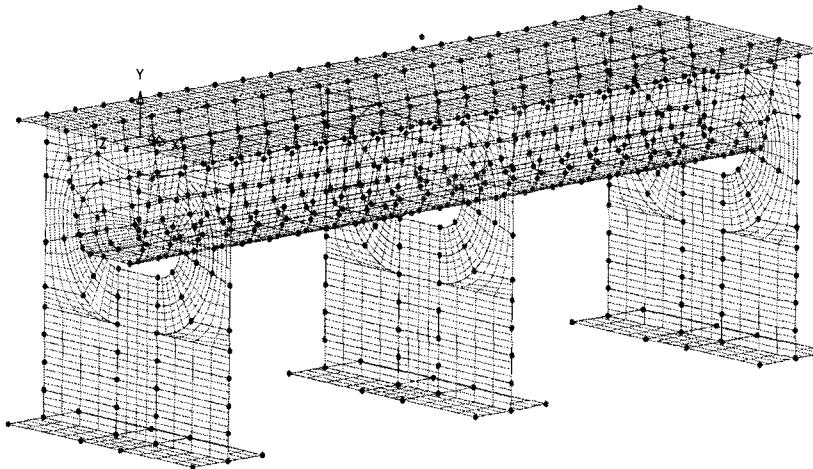
(a) 가로리브



(b) Deck



(c) 세로리브



(d) 전체모델링 형상

그림 1. 상세 모델링 형상

대상교량의 재료 특성치로 탄성계수는 210GPa, 포아송 비는 0.3을 적용하였으며, 단위 중량은 7.85GPa을 사용하였다.

나. 정적 시험 하중 위치 및 측정점

전체해석과 국부해석의 검증을 바탕으로 시험체를 제작하여 정적 실험을 실시하고, 국부해석의 적절성을 판단하기 위해 실험값과 국부해석 값을 검토하였다. 시험은 그림 2과 같이 시험체를 지지보 위에 거치시켜 가로리브의 양단이 힌지가 되도록 하였다. 하중재하 면적은 도로교 설계기준·해설(2003)에 의한 설계시 트럭의 차륜 접지면적을 사용하여 접지면이 200mm×500mm이 되도록 하여 최대하중 25t를 재하하여 실험을 하였다. 재하위치 선정은 세로리브와 가로리브의 면내 및 면외거동을 고려할 수도 있도록 재하위치를 선정하였으며, 여기서 차륜의 접지면은 DB18(2등교) 하중의 각 차륜에 대해 하나의 사각형으로 간주하며 이 직사각형의 폭과 길이의 비는 2.5:1로 하여 적용하였다. 본 연구에서는 공칭응력을 보고자 실험값중 최대 하중에 대한 값에 대하여 검토하였다. 차량의 측정점으로는 그림 3과 같이 기존연구자료를 바탕으로 피로균열이 많이 발생하는 세로리브와 가로리브 연결부 및 가로리브측 슬럿부, 세로리브와 바닥강판 용접부를 대상으로 선정하였으며, 대상위치에 3축 게이지를 설치하여 x, y, z 축에 대한 최대주응력 값을 측정하여 상세 구조해석 값과 비교하였다.

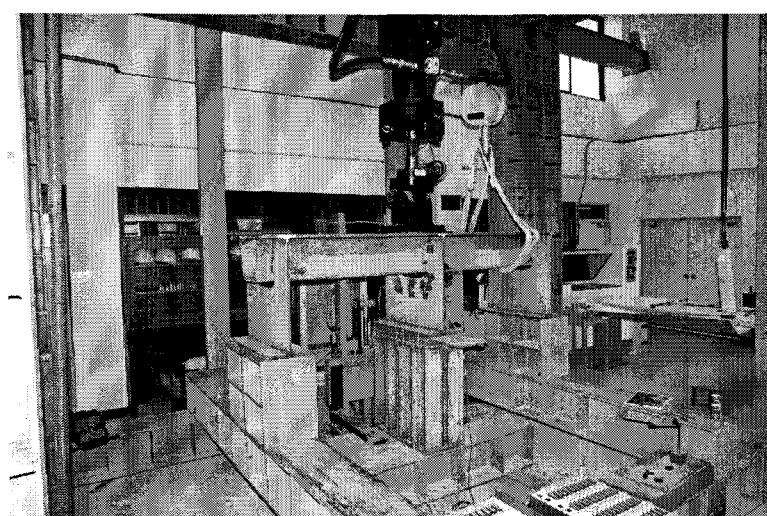


그림 2. 강바닥판 실험

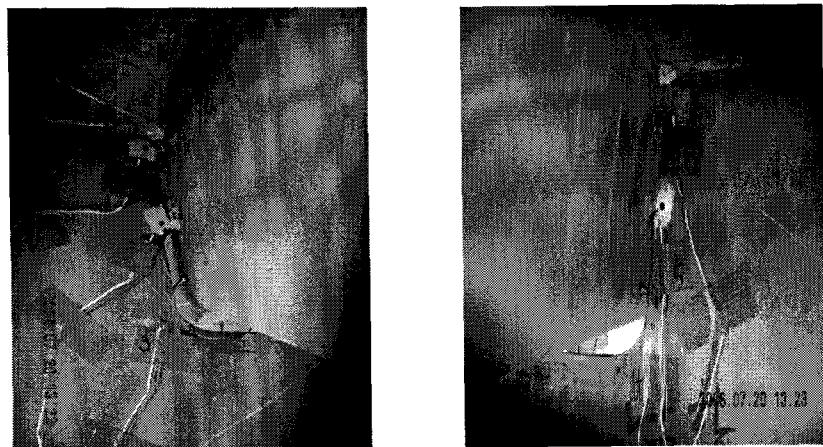


그림 3. 게이지 부착위치

2.2 강바닥판의 형상의 종류에 따른 분류

가. 벌크헤드 형상

벌크헤드 형상은 벌크헤드 없는 상세와 직선 벌크헤드 상세와 곡선벌크헤드 상세 3부분으로 분류하였으나, 본 실험에서는 그림 4과 같이 곡선벌크헤드를 선택하여 구조해석 및 정적 실험을 수행하였다.

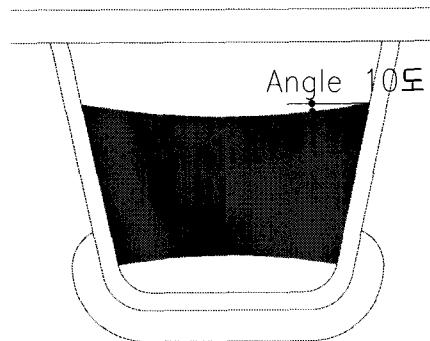


그림 4. 곡선형 벌크헤드 형상

나. 수직리브 부착에 따른 강바닥판 형상

대상교량은 기존과 동일하며 그림 5와 같이 세로리브에 수직보강재를 부착하였으며 수직리브 부착위치에 따른 강바닥판의 응력거동을 파악하고자 부착위치는 벌크헤드와 비교 분석하기 위하여 같은 위치를 고려하였다.

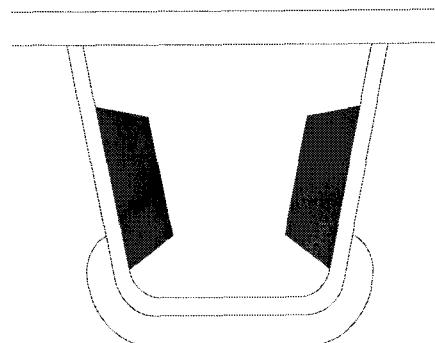


그림 5. 수직리브 부착위치 형상

3. 강바닥판 최적 보강상세 비교·분석

3.1 구조해석 비교 검토

이 절에서는 강바닥판의 피로향상을 위해 앞서 분석한 벌크헤드 플레이트 유무 및 수직리브 부착에 대해서 세로리브·가로리브 연결부 및 세로리브측, 가로리브측 슬릿부 부분의 피로개선을 위한 가장 합리적인 보강상세를 검토하고자 구조해석 및 시험체 실험을 수행하여 비교 분석 하였다.

세로리브·가로리브 연결부의 구조해석 비교 검토 사항이다.

각 형상별 절점을 비교하였을 때 수직리브 형상의 해석결과가 기타 벌크헤드의 형상과 기본 형상에 비하여 유효응력을 적게 받는 것으로 나타나고 있다.

절점번호	기본형상 (Mpa)	벌크헤드 (Mpa)	수직리브 (Mpa)
1	264.4	129	128
2	275	153	170
3	140	113	70
4	140	113	70
5	275	153	170
6	264.8	129	128

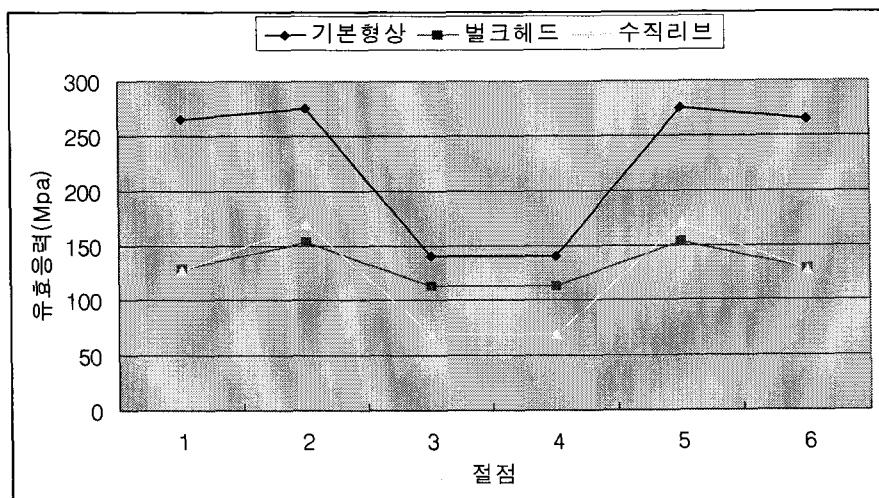


그림 6. 구조해석시 유효응력 비교 검토

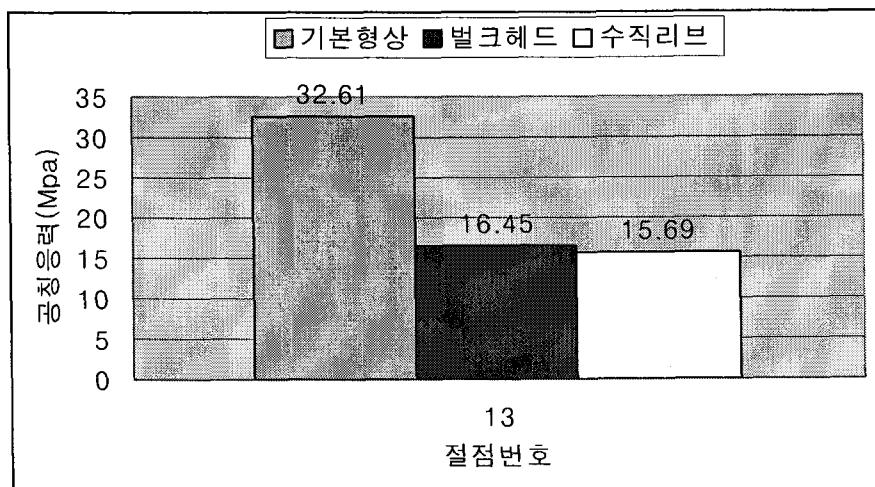


그림 7. 구조해석시 공칭응력 비교 검토

그림 8에서 국부적인 영향을 받지 않는 세로리브의 한 측정점(No. 14)을 대상으로 최대하중 25t 작용시 공칭응력을 검토하였다.

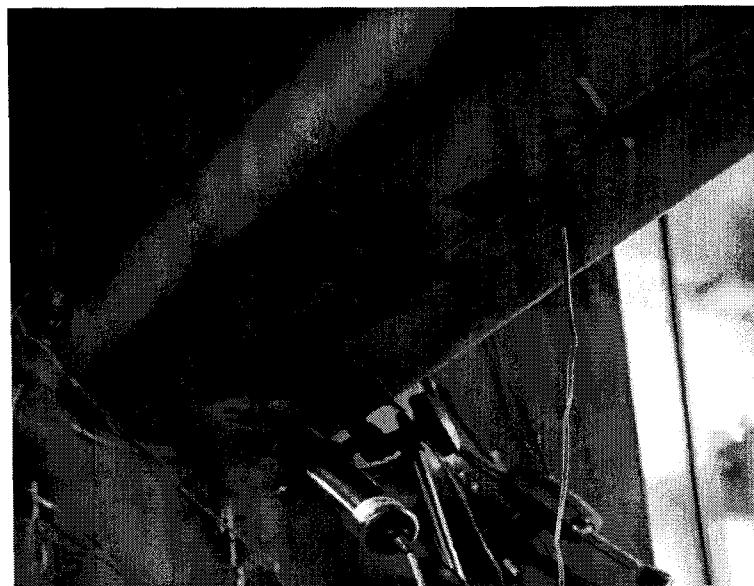


그림 8. 공칭응력

3.2 시험체 정적 실험 결과 비교

실험 역시 구조해석과 동일하게 최대하중 25t을 적용하였을 때 부재 내에서 발생되는 최대주응력, 최소주응력, 공칭응력을 비교하였다.

절점번호	벌크헤드 (Mpa)		수직리브 (Mpa)	
	최대주응력	최소주응력	최대주응력	최소주응력
1	146.6369	-44.3369	47.14598	-100.246
2	137.4741	7.725864	-26.8658	-418.034
3	61.76326	-2.66326	-4.15127	-45.6487
4	30.13319	12.16681	15.53561	5.164389
5	132.1606	40.33939	-15.4972	-119.803
6	159.8271	-72.9527	44.14933	-87.3493

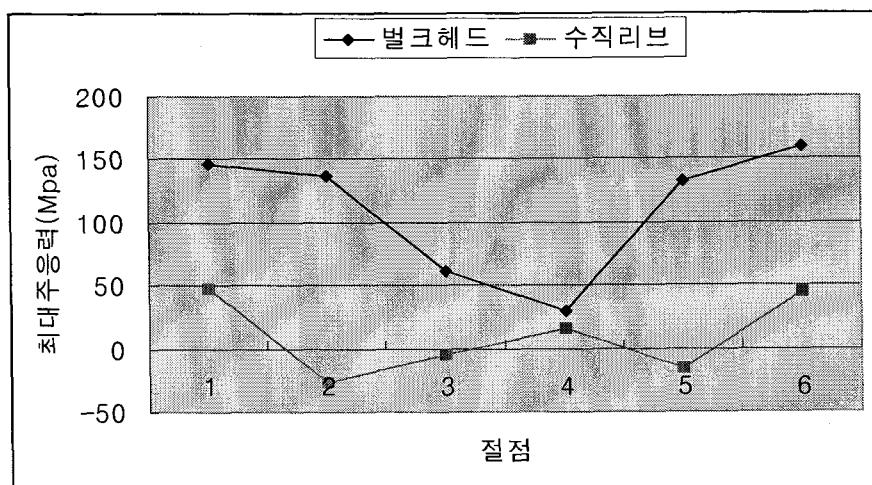


그림 9. 정적실험 최대주응력 비교

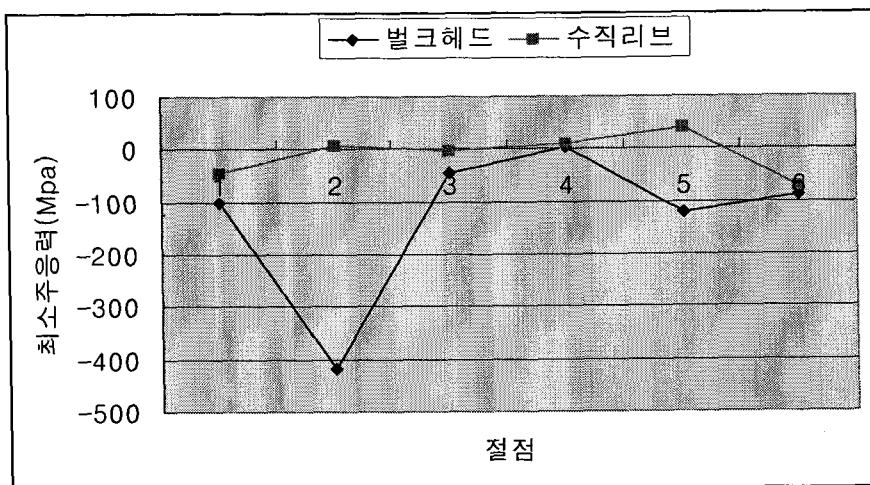


그림 10. 정적실험 최소주응력 비교

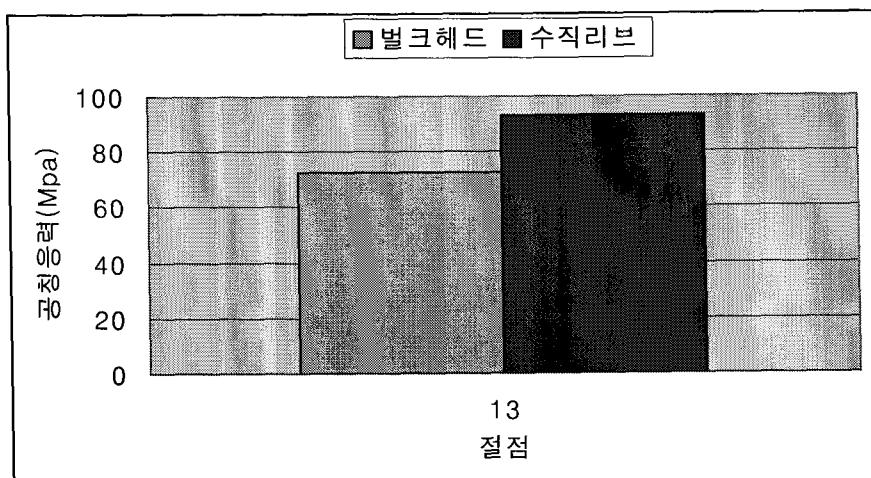


그림 11. 정적실험 공칭응력 비교

위에서 제시한 바와 같이 최대·최소주응력 비교결과 수직리브 보강한 형상의 시험체가 벌크헤드로 보강된 형상의 시험체 보다 최대·최소주응력에 유리한 것으로 나타난다. 그러나 실험결과 값에서 오차를 보이는데 이는 그림 12에서 보는 것과 같이 시험체 형상이 많이 뒤틀려져 있었고 이로 인해 지점부분에서 상당부분 위로 올라가는 현상을 볼 수 있었다. 이러한 이유로 오차를 보이는 것으로 판단된다.

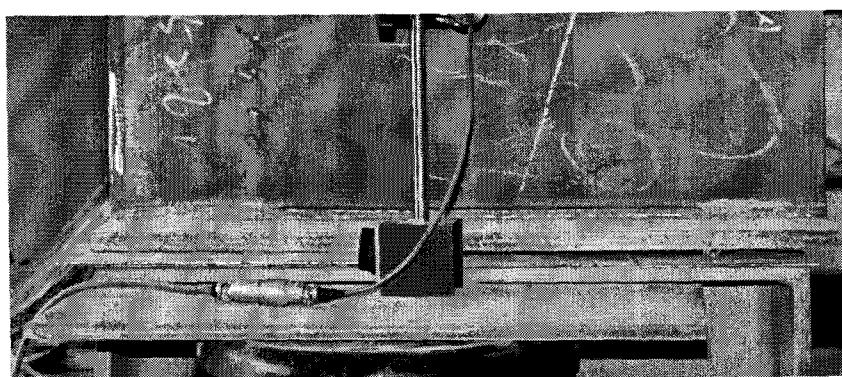


그림 12. 지점형태

일반적인 거동은 하중재하 위치가 바닥판 중앙에 위치하므로 구조 해석값과 같이 실험값에서도 대칭

성을 보여야 하나 실제 실험값은 그렇지 못하고 있다. 이러한 이유는 종리브와 횡리브 연결부는 곡률 접합부로 실제로 제작시 슬릿측의 일률적인 제작성 확보는 불가능한 일이며, 큰 응력집중이 일어나는 부분이어서 앞에서도 언급했듯이 시험체 거치 상태 및 형상에 따라 약간의 오차로도 큰 차이를 보이는 것으로 사료된다. 따라서 보다 정확한 자료 및 연구를 위하여 세심한 노력이 필요하며, 추후 지속적인 실험에 관한 자료 수집과 정확성을 높이기 위한 방안의 연구가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

1. 구조해석 결과 중 분석결과 피로에 취약한 위치인 (케이지 부착위치 1~6)에서의 응력 검토 결과 수직리브로 보강된 형상에서 응력값이 최소로 나와 가장 유리한 단면으로 사료되며, 공칭응력 부분역시 수직리브 보강된 형상이 피로검토 결과 유리한 것으로 판단된다.
2. 시험체를 이용한 실험을 통하여 구조해석 결과와 비교 결과 지점부의 변화로 인한 비틀림, 제작성 확보의 불가능으로 인하여 구조해석결과와 같이 대칭의 형태를 보이지는 않으나 실험결과 검토 결과 수직리브로 보강된 형상의 벌크헤드로 보강된 형상보다 적은 응력값을 보이고 있으므로 수직리브로 보강된 형상의 강바닥판이 피로의 측면에서 유리하다고 판단되어지며, 오차로 인한 실험결과 값은 추후 제 실험 및 검토를 통한 오차를 최소화 할 수 있는 방안이 필요하다.

참고문헌

1. 경갑수, 신동호, 김교훈(2006), “구조상세부의 정적거동에 따른 고 내구성 강바닥판 개발 및 보강 상세에 관한 해석적 연구”
2. 건설교통부(2006), “강도로교 상세부 설계지침”
3. 건설교통부(2003), “도로교 설계기준”
4. 남광현(2001), “강상판의 피로설계”, 과학기술
5. 대한토목학회(2003), “도로교 설계기준”
6. 심낙훈, 신영진, 신동구, 박영석(2000), “종리브의 비틈에 의한 강상판 용접연결부의 피로거동에 관한 실험적 연구”, 대한토목학회 2000년도 학술발표회 논문집(I) p.349~352
7. 최동호, 최항용, 최준혁(2000), “강바닥판 종리브와 횡리브 교차부의 피로 거동에 대한 종리브내 다이아프램의 영향”, 한국 강구조학회 논문집 제 12권 3호 2000년6월 p239~250
8. 최용민, 배두병(2000), “박스거더교 강바닥판의 국부응력발생 모형화”, 대한토목학회 2000년도 학술발표회 논문집(I), p635~638
9. 최준혁(1999), “강바닥판 구조상세부의 정적 및 피로거동”
10. AASHTO(2002), “Standard Specifications for Highway Bridge”