

재하하중에 따른 강바닥판 거동 특성

선창원* · 경갑수**

*한국해양대학교 건설환경공학부 석사과정, **한국해양대학교 건설환경공학부 교수

Behaviour Characteristics of Orthotropic Steel Deck according to Load Patterns

Chang-Won Sun* · Kab-Soo Kyung**

*Graduate school of National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**Division of Civil and Environment, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요약 : 강바닥판 교량에서 빈번하게 발생하는 피로균열은 대형 트럭 하중의 반복적인 영향에 의한 구조상세부에 발생하는 큰 국부응력에 의해 발생한다. 본 연구에서는 대형 트럭 하중의 실제 하중 특성들을 정확하게 분석하여 이들 하중 특성이 강바닥판의 구조상세부에 어떠한 영향을 주는지 평가하고자 한다. 해석에서는 트럭의 실제 하중에 의한 접지면적을 산정하여 도로교 설계기준의 DB하중에 의한 하중 면적과 비교하였고, 각 하중 패턴이 강바닥판 구조상세부에 어떠한 영향을 주는지 구조해석을 통하여 평가하였다. 또한 바닥강판의 두께와 세로리브 내부의 수직보강재 부착 유무 등을 변수로 하여 구조해석을 실시하고 트럭의 실제 하중에 대한 영향을 분석하고자 하였다.

핵심용어 : 강바닥판, 국부응력, 실제하중, DB하중, 접지면적

ABSTRACT : *Fatigue cracks of orthotropic steel bridge are occurred by local stress according to repeated influence of heavy truck load. In this study, It is exactly analyzed the real load patterns of heavy trucks and estimated the effect of load patterns in orthotropic steel bridge. We compared loading area by the DB-load of design regulation and real earthing area by real earthing area of trucks. And we estimated influence of each load patterns in orthotropic bridge through FEM analysis. Moreover analyzed influence about real loads of truck through FEM analysis by variables thickness of deck plate and vertical rib in longitudinal rib.*

KEY WORDS : orthotropic steel deck, local stress, real load, DB load, earthing area

1. 서 론

강바닥판 교량은 자동차 율하중의 직접재하의 영향으로 강상판구조를 구성하는 판 요소가 복잡한 거동을 하고, 부재 교차부 등에서 국부적으로 높은 응력이 발생하여 피로손상이 빈번하게 발생하는 것으로 판단된다. 강바닥판에서 빈번하게 발생하는 대표적인 피로균열은 Fig. 1과 같이 세로리브와 바닥강판 연결부의 피로균열과 Fig. 2의 세로리브와 가로리브 교차부의 피로균열이다. 강상판 구조 중에서 피로가 문제로 되는 이들 구조상세부의 응력은 그 영향선 길이가 짧고, 차축마다 1회의 응력변동을 발생시키기 때문에 이 높은 응력빈도도 손상원인의

하나이다. 한편 현재 공용 중에 있는 교량에서도 교통량의 증가와 차량 하중의 증가로 높은 변동응력이 예상되므로 피로손상의 발생가능성이 더욱 커질 것으로 예상된다. 그러므로 강바닥판교량의 피로손상에 큰 영향을 줄 것으로 판단되는 대형 트럭의 실제 하중 특성들을 정확하게 분석하고, 그러한 하중에 따라 강바닥판이 어떠한 거동을 하는지 명확히 평가하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 도로교 설계 기준에 명시되어 있는 설계 하중과 교량에 실제 작용하는 대형 트럭의 실제 하중 특성을 비교, 분석하여 이들 하중이 강바닥판에 어떠한 영향을 미치는지 구조해석을 통하여 분석하고, 향후 강바닥판교의 유지관리 특성에의 기본 자료로 활용하고자 하였다.

* yourliebe@naver.com

** kyungks@hhu.ac.kr (051)410-4464

재하하중에 따른 강바닥판 거동 특성

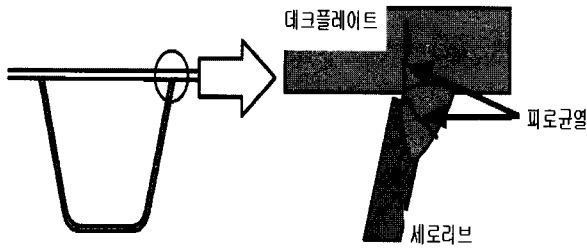


Fig. 1 Weld crack of longitudinal rib and deck plate

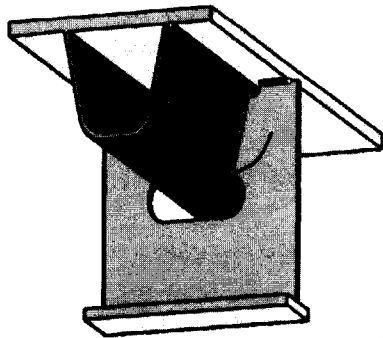


Fig. 2 Weld crack of longitudinal rib and transverse rib

2. 교량에 적용되는 재하 하중 특성

2.1 재하 하중 특성

일반적으로 강바닥판교량의 설계시 적용하는 하중은 Table 1에 나타난 것처럼 도로교 설계기준에 명시되어 있는 DB하중에 의해 하중 재하 면적을 산정하고 이를 바탕으로 설계를 실시한다.

Table 1. DB load

| 교량 등급 | 하중 등급 | 중량 W(kN) | 총중량 1.8W(kN) | 전륜하중 0.1W(kN) | 후륜하중 0.4W(kN) |
|-------|-------|----------|--------------|---------------|---------------|
| 1등급 | DB-24 | 240 | 432 | 24 | 96 |
| 2등급 | DB-18 | 180 | 324 | 18 | 72 |

‘차륜의 접지면은 DB하중의 각 차륜에 대해 면적이 $\frac{12500}{9} P(\text{mm}^2)$ 인 하나의 직사각형으로 간주하며 이 직사각형의 폭과 길이의 비는 2.5:1로 한다. 여기서 P는 차륜의 중량(kN)이다. 접지압은 접지면에 균일하게 분포하는 것으로 가정한다.’

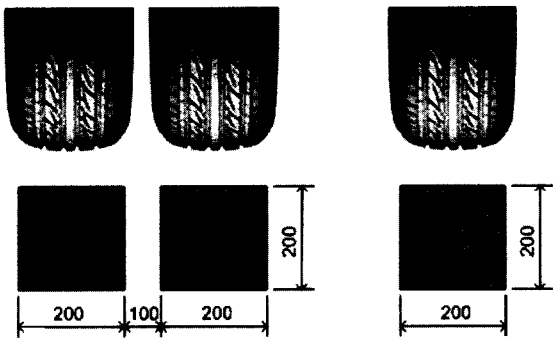
보통 1등급의 경우 580mm × 230mm로 2등급의 경우는 500mm × 200mm로 트럭의 접지면적을 산출하여 설계하지만 실제 트럭의 차륜이 교량의 바닥판에 접지하는 면적은 설계시 고려되는 단순한 직사각형의 접지 면적과는 상이하다고 판단되며, 또한 트럭의 전륜인 single tire에 작용하는 하중의 영향도 무시할 수 없다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 트럭 차륜의 실제 접지면적을 조사하기 위하여 Table 2와 같이 강바닥판교량의 피로에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되는 트레일러 및 덤프트럭 등의 대형트럭의 실제 접지면적을 조사하였다. 조사결과 트럭에 많이 사용되는 타이어의 규격은 11.00R20과 12R22.5로 타이어의 폭은 11~12inch 즉, 280~300mm 정도가 된다. 그러나 Fig. 3에 나타난 것과 같이 이것은 타이어의 총 폭으로 타이어 모서리의 둥근 형상 등이 고려되지 않아 접지면적과는 차이가 있을 것으로 판단된다. 그러므로 본 연구에서는 타이어 모서리 형상 및 하중재하시 타이어 형상과 설계시 고려되는 2등급의 접지면적 등을 고려하여 Fig. 4와 같이 트럭 차륜의 실제 접지면적을 산출하였다.

Table 2. Type and size of general tire used in trucks

| 트럭의 종류 | 타이어 형상 | 타이어 규격 | 타이어 총폭 |
|--------|--------|----------|----------------|
| | | 11.00R20 | 11inch (279mm) |
| | | 12R22.5 | 12inch (305mm) |
| | | 11.00R20 | 11inch (279mm) |



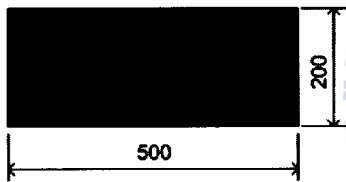
Fig. 3 Earthing shape of tire, total width and real earthing width of tire



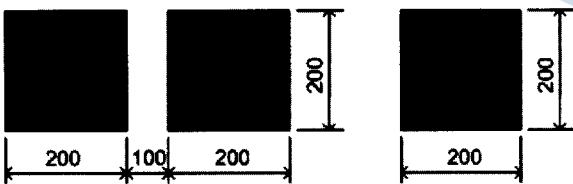
(a)Rear wheel(double tire) (b)Front wheel(single tire)
Fig. 4 Real earthing area of truck

2.2 재하 하중에 따른 접지압 비교

설계시의 DB하중과 트럭의 실제 하중 작용시의 접지면적으로 각 하중 패턴에 대한 접지압력을 계산하였다. 본 연구에서는 트럭의 실제 중량 등을 고려하여 설계 하중으로 2등급 후륜 하중인 72kN을 적용하였으며, 하중 재하 면적 500mm × 200mm로 적용하였다.



(a) DB load



(b) Real load(double) (c) Real load(single)

Fig. 5 Loading amount and pressure

Fig. 5에 하중 패턴별 접지압력을 나타내었다. 동일한 하중이 작용할 경우 Fig. 5에 나타난 것과 같이 설계 하중에 의한 접지압은 0.72MPa이나, 트럭의 실제 접지면적에 의한 접지압은 0.9MPa로써 실제 트럭의 접지면적을 고려할 경우 강바닥판은 좀 더 복잡한 거동을 나타내어, 국부적으로 높은 응력이 발생 할 것으로 판단된다.

3. 재하 하중 특성에 따른 강바닥판 거동 분석

3.1 강바닥판 전체계 해석과 국부해석 검토

3.1.1 대상교량

대상 교량은 N대교이며, 본 연구에서는 Fig. 6과 같이 전체 4경간(4@95=380m)으로 구성된 구간을 대상으로 선정하였다. 교폭은 25.6m이고, 가로보 간격은 전 경간에 걸쳐서 5m이며, 주거더 내부 가로리브 간격은 2.5m로 설치되어 있다. 또한 대상 교량은 중앙부 복부 높이가 3m, 지점부 복부 높이가 5.5m인 변단면 형상으로 되어 있다.

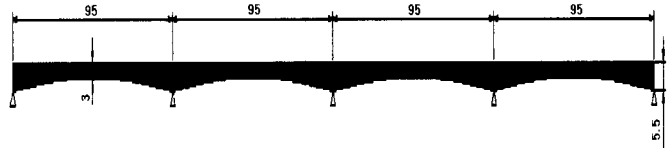
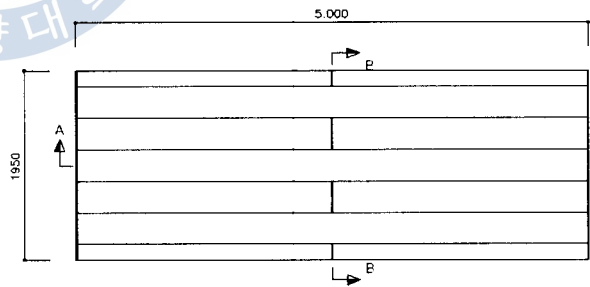
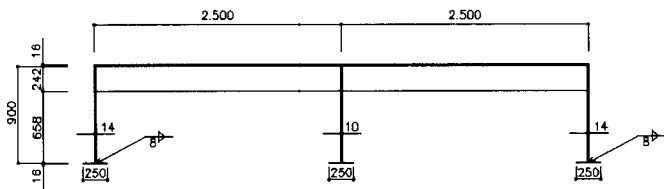


Fig. 6 Shape of the target bridge

본 연구에서의 부분모델해석은 Fig. 7과 같이 3개의 세로리브와 3개의 가로리브를 갖는 소블럭을 대상으로 하며, 세로리브 상세는 선행 연구에서 제안된 구조상세를 적용하였다.(경동, 2006b)에서 제안된 구조상세를 적용하였다. 제안된 구조상세는 바닥 강판 두께가 16mm, 세로리브와 가로리브가 만나는 슬릿 트부 곡률반경이 35mm, 세로리브와 가로리브의 용접이음 길이가 70%인 구조상세이다.

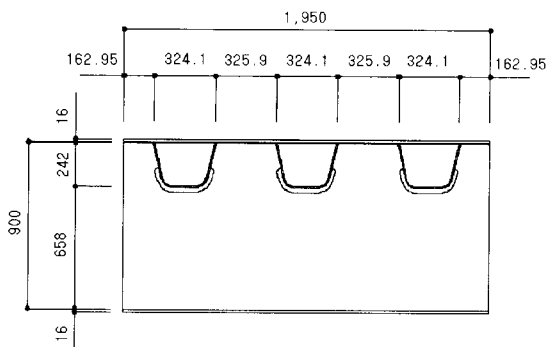


(a) Ground plan

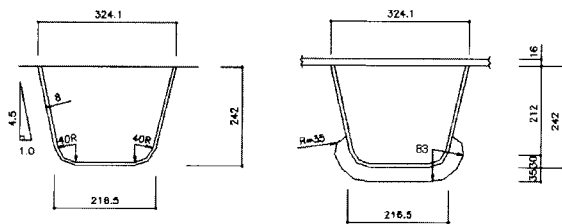


(b) Side view

재하하중에 따른 강바닥판 거동 특성



(c) Front view



(d) Detail of longitudinal rib

Fig. 7 Shape of small block and detail of longitudinal rib

3.1.2 구조해석 모델링

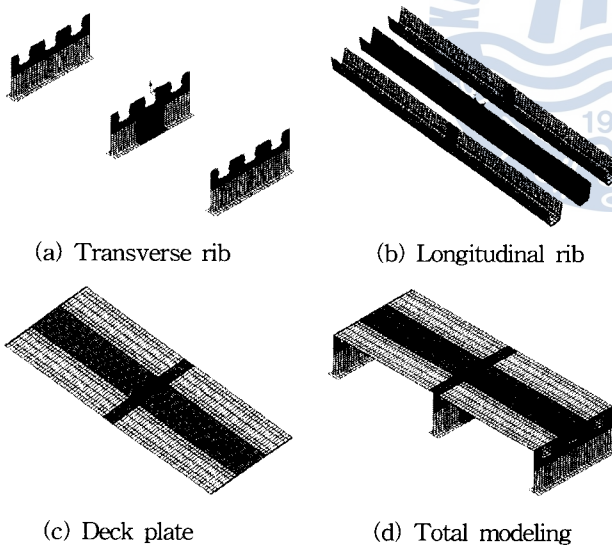


Fig. 8 Shape of partial analysis modeling

구조해석을 위하여 사용된 프로그램은 범용 유한요소해석 프로그램인 LUSAS V14.2(FEA Korea, 2008)이며, 대상교량의 모델링은 실구조물을 가장 근사적으로 나타낼 수 있는 3차원 모델을 적용하였다. 본 연구에서 사용한 소블럭 국부해석 모델링은 Fig. 7과 같은 제원에 3개의 세로리브와 3개의 가로리브 그리고 1개의 바닥강판으로 구성되며, 모델링에 사용된 shell 요소의 개수는 총 38,551개이다. 모델링의 효율성을 위해서 응

력을 측정하고자 하는 부분에는 8절점 shell 요소를 사용하고, 이외의 부분에는 4절점 shell요소를 사용하여 구조검토를 수행하였다. 재료 특성치로 탄성계수는 210GPa, 포아송 비는 0.3을 적용하였으며, 단위중량은 7.85GPa를 사용하였다. Fig. 8에 국부해석 모델링 형상을 나타내었다.

3.1.3 모델링 검증

소블럭 국부해석 모델링에 대한 타당성 검증은 전체계해석과 국부해석 모델링의 결과값 비교 및 해석결과값과 구조계산서 값 비교 그리고 실험을 통한 실험치와 해석치의 비교를 통해 소블럭 모델링 해석치의 신뢰성을 확보한 선행 연구결과를 활용하여 본 연구의 소블럭 모델링에 대한 타당성을 검증하였다. (경 등, 2008)

3.2 하중 재하 면적에 따른 강바닥판 정적거동 비교 분석

3.2.1 하중재하형상 및 재하위치

하중재하면적은 Fig. 6에 나타난 것처럼 도로교 설계기준(건설교통부, 2008)의 설계면적과 트럭 차륜의 실제 접지면적으로 나누어 재하하였고, 트럭의 실제면적은 single tire인 전륜과 double tire인 후륜으로 구분하였다. 본 연구에 앞서 사전검토에서 트럭의 전륜인 single tire에 대해 설계 면적의 절반인 250mm×200mm와 두 바퀴 사이의 빈 공간을 고려한 single tire의 면적인 200mm×200mm 두 가지 경우로 나누어 접지면적의 영향에 따른 해석을 수행하였다. 그 결과 본 연구에서 대상 구조 상세부인 Deck Plate부, 종리부와 바닥강판 연결부, 세로리브와 가로리브 연결부의 모두에서 재하 면적의 폭을 50mm 작게 한 200mm×200mm의 면적에 하중을 재하했을 경우가 250mm×200mm의 면적에 하중을 재하했을 때보다 더 큰 응력을 발생시킨다는 것을 알 수 있었다. 이는 하중 재하 면적 감소에 따른 접지압의 증가 및 접지압 재하 위치와 대상 구조 상세의 국부적인 거동 등의 영향에 의한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 트럭의 전륜인 single tire의 면적으로 200mm×200mm를 적용하여 연구를 수행하였다.

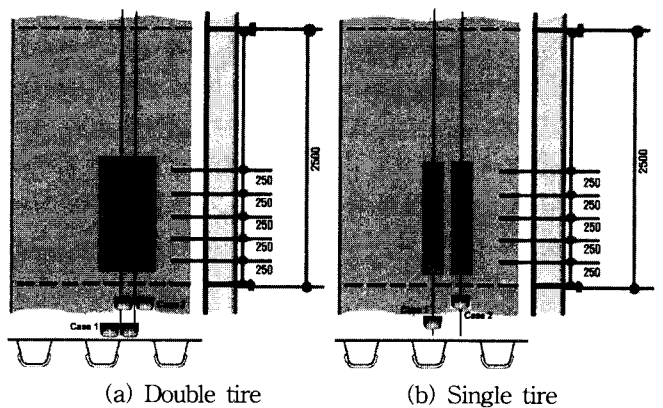


Fig. 9 Loading point

하중재하위치는 Fig 9와 같이 피로손상이 빈번이 발생하는 세로리브와 바닥강판연결부와 세로리브와 가로리브 연결부 등의 면내 거동 및 면외 거동, 연결 부재에 의한 구속력 그리고 비틀 거동 등의 영향을 모두 고려하기 위하여 총 12개의 재하위치를 적용하여 구조해석을 수행하였다. 여기서는 Fig. 9 (a)의 double tire의 경우는 세로리브와 바닥강판교차부가 하중재하면의 중앙에 오는 경우를 case1, 세로리브 사이에 하중재하면의 오는 경우를 case2로 구분하여 응력을 평가하였다. Fig. 9(b)의 single tire의 경우는 세로리브 내부에 있는 경우를 case1, 세로리브 사이에 있는 경우를 case2로 하였다.

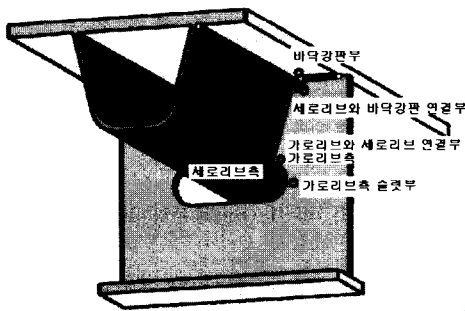


Fig. 10 Estimate point of stress

하중재하특성에 따른 강바닥판 구조상세부의 응력을 정확하게 파악하기 위하여 Fig. 10과 같이 바닥강판부, 세로리브와 바닥강판부 연결부, 세로리브와 가로리브 교차부, 가로리브측 슬릿부, 세로리브측으로 구분하여 구조해석에 대한 응력을 측정하였다.

3.2.2 해석 결과 및 고찰

설계시 하중의 재하면적과 트럭의 실제 접지면적에 대한 강바닥판의 거동을 살펴보기 위하여 case1과 case2의 총 12가지의 하중 재하에 대해 응력평가위치의 최대주응력과 최소주응력 및 주응력 범위를 비교하였다. 고성능 강바닥판 구조상세의 재하 위치에 따른 거동 특성은 기존 연구에 상세하게 기술되어 있으므로 여기서는 재하하중 특성에 따른 거동에 대해서만 기술하고자 한다.



(a) DB area (b) Real area(double) (c) Real area(single)
Fig. 11 Loading area

(1) Case 1

교축방향으로 일정 간격으로 이동시켜 하중을 재하시켰을

때 응력평가위치의 응력을 검토하였다. Fig. 11에 설계시 고려되는 면적과 트럭이 실제 접지하는 면적을 고려한 하중재하면적을 나타내었다.

1) 바닥강판부

설계시 차륜 접지면과 트럭의 실제 접지면적을 이용하여 구조해석을 실시한 결과 바닥강판의 경우 하중재하위치가 0mm일 때와 250mm일 때 바닥강판부에서 발생 응력은 트럭의 전륜인 single tire의 실제 접지면적을 고려하였을 때가 가장 높게 나타났다. 이는 실제면적을 고려하여 하중을 재하하는 경우 약 150%에 가까운 응력이 발생되어 바닥강판부에 큰 국부응력이 발생되므로 피로손상이 증가될 것으로 판단된다.

Table 3에 각 하중재하 면적에 따른 바닥강판에서의 최대주응력과 최소주응력을 나타내었다. 표에서 Max는 최대주응력, Min은 최소주응력을 각각 나타낸다. 또 Fig. 12에 각 재하 면적에 대한 하중재하위치별 주응력 범위를 그래프로 나타내었다.

Table 3. Max. and min. stresses of deck plate (MPa)

| 하중재하 위치 (mm) | 설계면적 | | 실제 접지면적(더블) | | 실제 접지면적(싱글) | |
|--------------|-------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Max | Min | Max | Min | Max | Min |
| 0 | 33.64 | 13.40 | 39.05 | 10.03 | 40.55 | 2.11 |
| 250 | 22.59 | 4.96 | 20.69 | 6.13 | 22.63 | -7.78 |
| 500 | 23.64 | -0.84 | 21.89 | -0.59 | 13.70 | -1.79 |
| 750 | 22.59 | -0.96 | 21.10 | -0.79 | 12.60 | -1.23 |
| 1000 | 20.32 | -0.97 | 19.25 | -0.83 | 11.33 | -1.16 |
| 1250 | 17.62 | -0.91 | 16.82 | -0.80 | 9.81 | -1.02 |

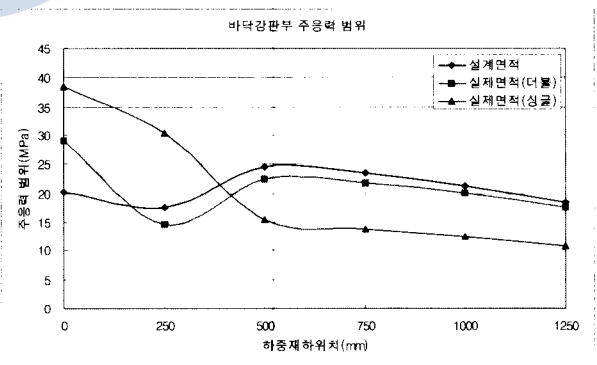


Fig. 12 Stress range of deck plate

2) 세로리브와 바닥강판 연결부

Table 4 및 Fig. 13에 세로리브와 바닥강판 연결부의 최대, 최소 주응력과 주응력 범위를 각각 나타내었다. 세로리브와 바닥강판 연결부의 경우 하중재하위치가 0mm일 때 트럭의 single tire의 실제 접지면적을 고려하는 경우가 설계시 접지면적과 double tire의 실제 접지면적을 고려하는 경우보다 약 5% 정도의 더 높은 주응력이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서

재하하중에 따른 강바닥판 거동 특성

세로리브와 바닥강판 연결부의 경우에도 트럭의 전륜인 single tire의 실제 접지면에 의해 큰 국부응력이 발생하고 보다 큰 파괴손상이 발생될 것으로 판단된다.

Table 4. Max. and min. stress of connection point of longitudinal rib and deck plate (MPa)

| 하중재하 위치 (mm) | 설계면적 | | 실제 접지면적(더블) | | 실제 접지면적(싱글) | |
|--------------|-------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | Max | Min | Max | Min | Max | Min |
| 0 | 35.76 | -43.38 | 37.37 | -39.59 | 42.06 | -42.33 |
| 250 | 43.83 | -46.56 | 41.49 | -43.87 | 23.40 | -25.77 |
| 500 | 36.80 | -40.55 | 34.55 | -38.06 | 19.36 | -21.76 |
| 750 | 32.07 | -36.06 | 30.32 | -34.05 | 16.94 | -19.32 |
| 1000 | 27.33 | -31.15 | 26.01 | -29.65 | 14.42 | -16.69 |
| 1250 | 22.78 | -26.20 | 21.76 | -25.03 | 11.96 | -13.99 |

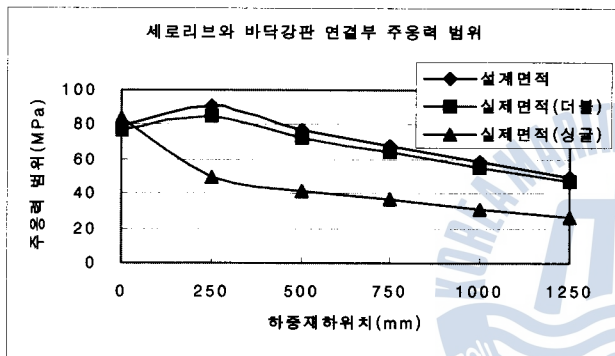


Fig. 13 Stress range of connection point of longitudinal rib and deck plate

3) 세로리브와 가로리브 연결부의 가로리브측

Fig. 14에 세로리브와 가로리브의 교차부의 주응력 범위를 나타내었다. 그림에 나타난 것과 같이 세로리브와 가로리브 연결부의 경우에는 설계면적을 고려하여 하중을 재하했을 때가 가장 큰 주응력이 발생되었으며 트럭의 전륜인 single tire에 대한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

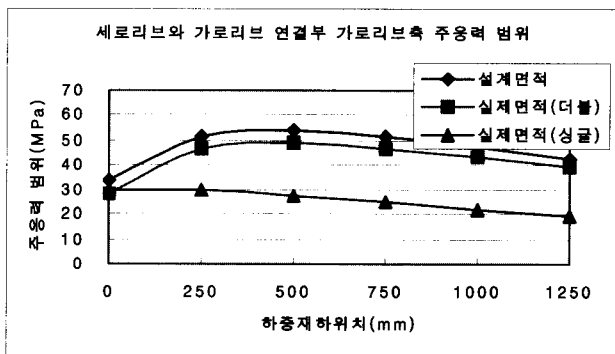


Fig. 14 Stress range of connection point of longitudinal rib and transverse rib

4) 가로리브측 슬릿부

Fig. 15에 재하 특성에 따른 가로리브 슬릿부의 주응력 범위를 나타내었다. 가로리브의 슬릿부 역시 모든 하중재하위치에서 설계시 접지면적의 경우가 더 큰 응력을 발생시키는 것으로 나타났다.

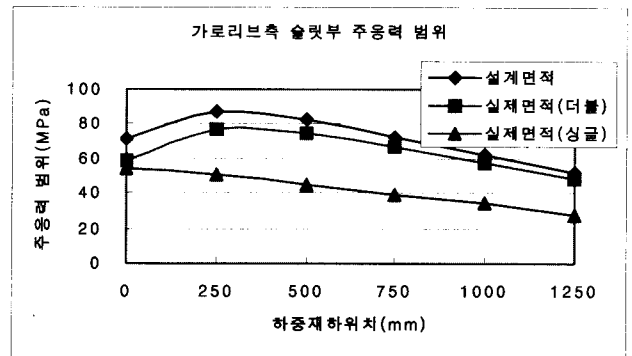


Fig. 15 Stress range of transverse rib slit point

5) 세로리브와 가로리브 연결부의 세로리브측

Fig. 16에 재하 특성에 따른 세로리브와 가로리브 연결부의 세로리브측 주응력 범위를 나타내었다. 세로리브측도 가로리브측 슬릿부나 세로리브와 가로리브 연결부의 가로리브측 처럼 모든 하중조건에서 설계면적에 하중을 재하했을 경우가 다른 경우보다 큰 주응력을 발생시키는 것으로 나타났다. 이상과 같이 하중이 직접 재하되는 바닥강판 및 세로리브와 바닥강판 연결부의 주응력 범위는 single tire의 경우에서 국부적인 변형의 발생가능성이 크게 되어 주응력 범위가 크게 발생하는 것으로 나타났다. 한편, 세로리브와 가로리브 연결부의 주응력 범위는 single tire의 실제하중면적 보다는 설계면적과 같이 재하면적 크기가 영향을 더 크게 주는 것으로 평가되었다.

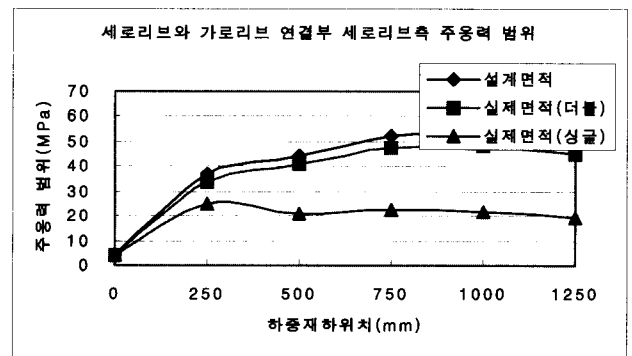
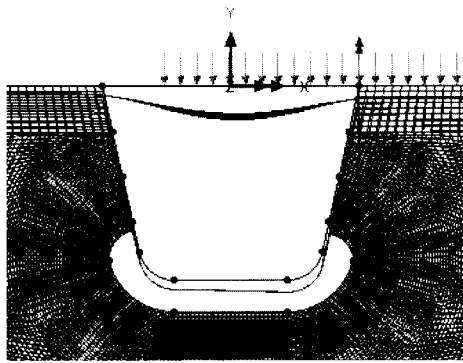


Fig. 16 Stress range of longitudinal rib

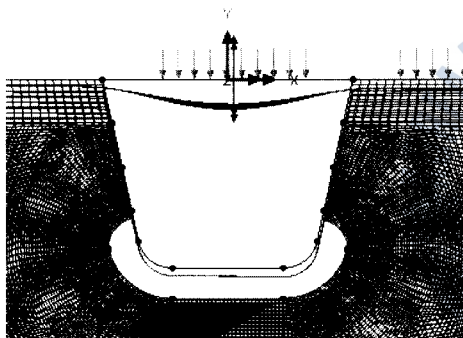
6) 변형도

Fig. 17에 하중 재하 특성에 따른 강바닥판의 변형도를 나타내었다. (a)는 설계하중이 재하 되었을 경우, (b)는 트럭 후륜

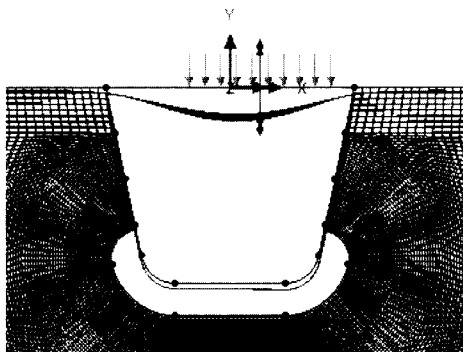
인 double tire의 실제하중이 재하 되었을 경우 (c)는 single tire의 실제하중이 재하 되었을 경우의 변형도를 각각 나타낸다. 그림 (a)와 같이 설계하중이 작용하였을 경우는 세로리브와 가로리브 연결부 및 가로리브 슬릿부의 변형이 큰 반면 그림 (c)와 같이 트럭의 싱글 하중이 작용할 경우에는 바닥강판부에 국부적으로 큰 변형이 발생하였다.



(a) DB Load



(b) Double tire

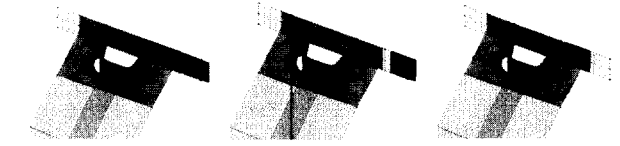


(c) Single tire

Fig. 17 Transformation diagram of case1

(2) Case 2

Fig. 18과 같은 조건하에서 교축직각방향으로 일정한 간격으로 하중을 이동시키면서 재하시켰을때 응력 평가위치에서의 주응력을 검토하였다.



(a) DB area (b) Real area(double) (c) Real area(single)

Fig. 18 Loading area

1) 바닥강판부

Table 5에 바닥강판부의 최대 및 최소주응력을 나타내었고, Fig. 19에 하중재하위치에 따른 바닥강판의 주응력 크기를 나타내었다. 하중재하위치가 0mm와 250mm의 경우에 트럭의 single tire에 의해 발생하는 국부응력의 크기가 비교적 큰 것으로 나타났으며 설계면적에 하중이 작용는 경우보다 약 10%~50%이상 크게 나타났다. 이것은 트럭의 전륜인 single tire에 의한 국부변위에 의해 바닥강판부에 피로손상의 발생이 더 큰 것으로 판단된다.

Table 5. Max. and min. stress of deck plate (MPa)

| 하중재하 위치 (mm) | 설계면적 | | 실제 접지면적(더블) | | 실제 접지면적(싱글) | |
|--------------|-------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Max | Min | Max | Min | Max | Min |
| 0 | 13.87 | 8.66 | 14.78 | 10.54 | 12.20 | -1.52 |
| 250 | 24.40 | -4.36 | 19.35 | -0.54 | 22.88 | -8.90 |
| 500 | 17.78 | 0.25 | 17.26 | 0.35 | 11.80 | -0.22 |
| 750 | 16.95 | 0.36 | 16.62 | 0.36 | 10.83 | -0.09 |
| 1000 | 15.53 | 0.25 | 15.26 | 0.25 | 9.67 | -0.10 |
| 1250 | 13.72 | 0.17 | 13.48 | 0.17 | 8.37 | -0.12 |

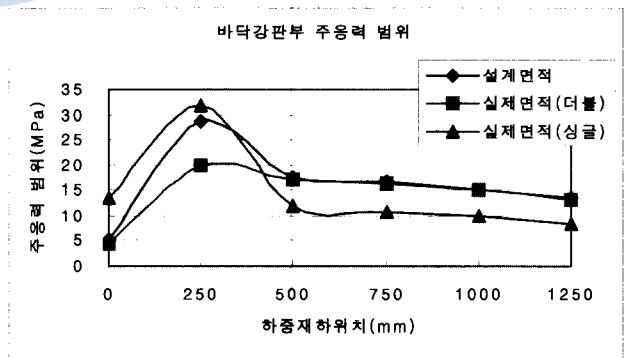


Fig. 19 Stress range of deck plate

2) 세로리브와 바닥강판 연결부

Table 6에 세로리브와 바닥강판 연결부의 최대, 최소주응력을 나타내었고, Fig. 20에 주응력 범위를 나타내었다. 하중의 재하위치가 0mm일 때, 트럭의 후륜인 double tire에 대한 응력이 큰 것으로 나타났지만, 거의 모든 재하하중 상태에 대하여 case1의 경우보다 case2의 경우가 작은 것으로 나타났다.

재하하중에 따른 강바닥판 거동 특성

Table 6. Max. and min. stress of connection point of longitudinal rib and 바닥강판 (MPa)

| 하중재하 위치 (mm) | 설계면적 | | 실제 접지면적(더블) | | 실제 접지면적(싱글) | |
|--------------|-------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | Max | Min | Max | Min | Max | Min |
| 0 | 12.50 | -20.98 | 15.56 | -25.73 | -0.10 | -5.99 |
| 250 | 33.35 | -34.61 | 32.14 | -33.73 | 22.04 | -22.42 |
| 500 | 29.07 | -31.32 | 28.37 | -30.68 | 18.47 | -19.96 |
| 750 | 25.55 | -28.14 | 24.91 | -27.49 | 15.87 | -17.57 |
| 1000 | 22.02 | -24.56 | 21.70 | -24.23 | 13.49 | -15.14 |
| 1250 | 18.79 | -21.10 | 18.48 | -20.77 | 11.30 | -12.76 |

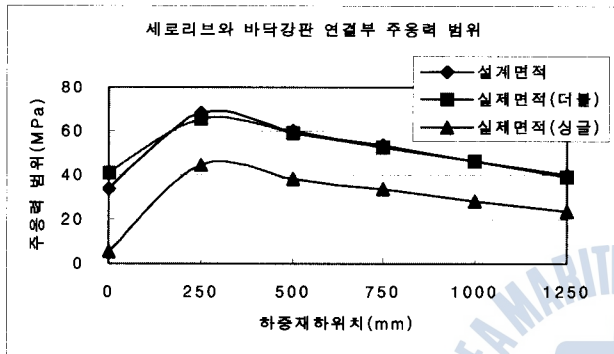


Fig. 20 Stress range of connection point of longitudinal rib and deck plate

3) 세로리브와 가로리브 연결부의 가로리브측

가로리브와 세로리브의 교차부의 가로리브측도 하중재하 위치가 0mm일 때 트럭의 후륜인 double tire에 의한 면적에 하중을 재하하였을 경우가 다른 경우에 비해 주응력이 큰 것으로 나타났다. 하지만 single tire에 의한 면적에 하중을 재하하였을 경우는 응력이 크게 발생하지 않았으며, case1의 경우보다 case2의 경우가 약간 작은 응력값을 나타내었다.

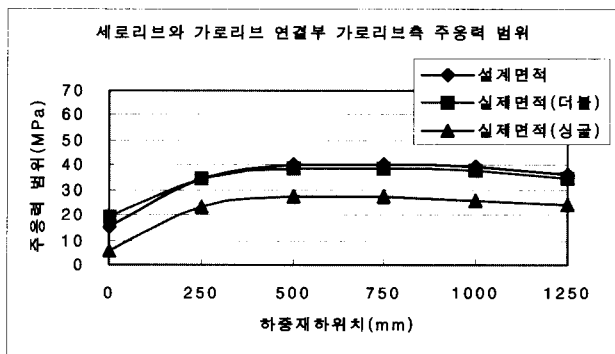


Fig. 21 Stress range of connection point of longitudinal rib and transverse rib

4) 가로리브측 슬릿부

가로리브측 슬릿부 역시 single tire에 의한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 다만, 트럭의 후륜인 double tire의 면적에 하중을 재하했을 경우 주응력의 크기가 비교적 크게 나타났는데, case1의 경우보다는 모든 하중의 경우에 대해 주응력 범위가 작은 것을 알 수 있었다.

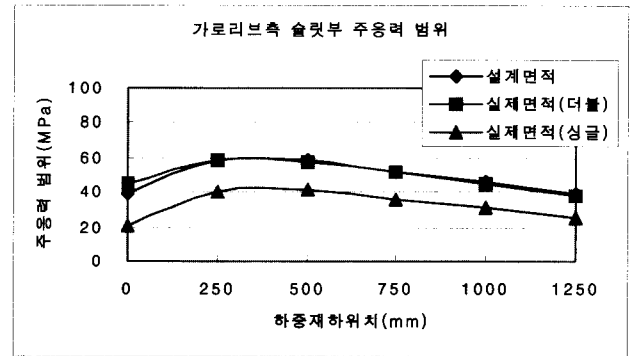


Fig. 22 Stress range of transverse rib slit point

5) 세로리브와 가로리브 연결부의 세로리브측

Fig. 23에서 알 수 있듯이 세로리브와 가로리브 연결부의 세로리브측 또한 실제면적에 의한 영향이 크지 않은 것으로 나타났다.

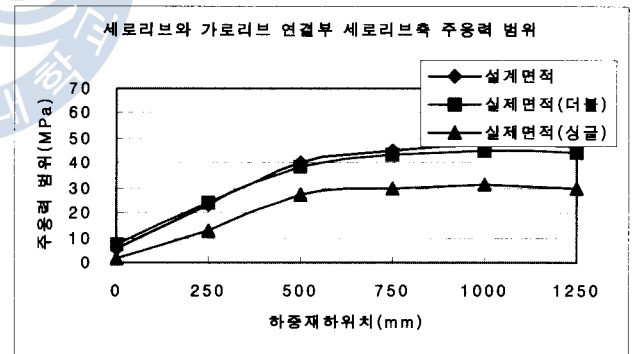


Fig. 23 Stress range of longitudinal rib

설계시 면적과 트럭의 실제 접지면적을 고려하여 구조해석을 실시한 결과 트럭의 실제 접지면 중 전륜인 single tire의 면적에 작용하는 하중으로 인해 바닥강판부와 세로리브와 바닥강판 연결부에 비교적 큰 국부응력을 발생시키는 것으로 나타났으며, 향후 강바닥판 설계시 트럭 single tire의 실제 접지면에 의한 영향은 반드시 검토 되어야 할 것으로 판단된다.

6) 변형도

하중이 세로리브 사이에 재하 되는 case2의 경우도 case1의 경우와 마찬가지로 Fig. 24 (a)와 같이 설계하중이 작용할

경우에는 세로리브와 가로리브 연결부의 변형이 크게 나타났고, (c)와 같이 실제 싱글 하중이 작용할 경우에는 바닥강판부의 변형이 비교적 크게 나타났다.

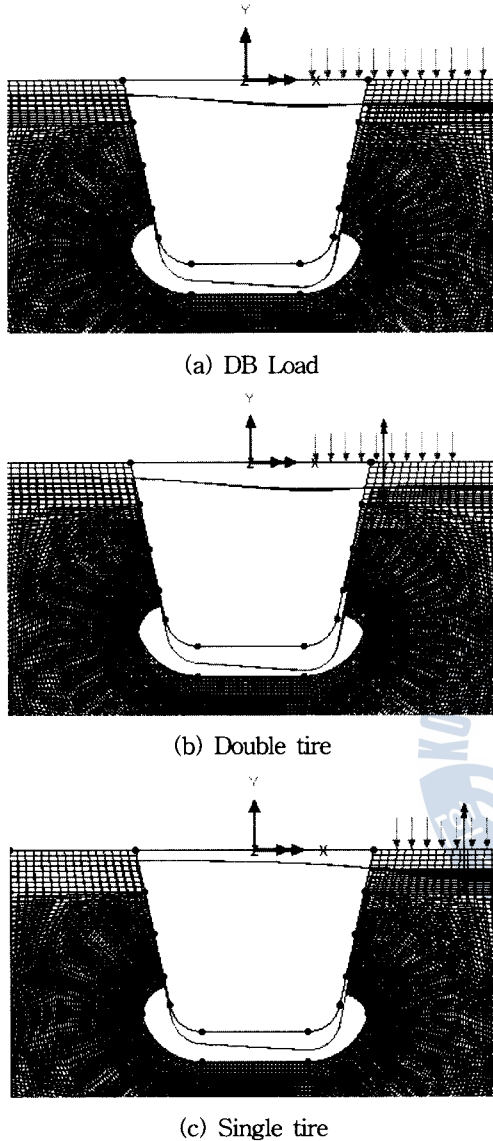


Fig. 24 Transformation diagram of case2

5. 결 론

설계기준에 명시된 트럭의 차륜하중에 대한 설계시 접지면적과 설계시 고려되는 하중재하면적에 작용하는 하중 보다 더 큰 피로에 영향을 끼칠 것으로 판단되는 교량의 바닥과 트럭의 전륜 및 후륜의 single tire와 double tire가 실제 접지하는 면적을 고려하여 구조해석을 실시하고, 해석치의 비교·검토한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 설계시 면적과 트럭의 실제 접지면적을 고려하여 구조해석을 실시한 결과 트럭의 하중이 직접 재하되는 바닥강판 및 세

로리브와 바닥강판 연결부의 주응력 범위는 single tire의 경우에서 국부적인 변형의 발생가능성이 크게 되어 주응력 범위가 크게 발생하는 것으로 나타났으며, 향후 강바닥판 설계시 트럭 single tire의 실제 접지면에 의한 영향은 반드시 검토되어야 할 것으로 판단된다.

(2) 세로리브와 가로리브 연결부의 주응력 범위는 single tire의 실제하중면적 보다는 설계면적과 같이 재하면적 크기가 영향을 더 크게 주는 것으로 평가되었다.

참 고 문 헌

- [1] 건설교통부(2008), 도로교 설계기준
- [2] 건설교통부(2006), 강도도로 상세부 설계지침
- [3] 선창원, 박경진, 경갑수, 김교훈 (2008), 세로리브 내부 보강상세에 따른 강바닥판 연결부의 피로거동 특성에 관한 해석적 연구, 한국강구조학회논문집, 한국강구조학회, 제20권, 제1호, pp105-119
- [4] 박경진(2007), “강바닥판 피로 향상을 위한 정적실험 및 구조상세부의 해석적 연구”
- [5] 경갑수, 신동호, 박경진(2006 a), 강바닥판의 피로손상 대책 및 보강방법, 한국강구조학회지, 한국강구조학회, 제18권 제1호, pp.76-90
- [6] 경갑수, 신동호, 김교훈(2006 b), 구조상세부의 피로거동을 고려한 고성능 강바닥판 개발에 관한 해석적 연구, 한국강구조학회논문집, 한국강구조학회, 제18권 제4호, pp.417-426
- [7] 경갑수, 권순철, 신동호, 해양구조물위원회(2006 c), 강바닥판교 국내실적 조사 및 Q&A 작성에 대하여, 2006년도 학술발표대회 논문집, 한국강구조학회, pp.588-593
- [8] 공병승, 오순택, 배두병(2003 b), 강바닥판교의 설계 및 시공성 향상 방안 연구, 최종보고서, 삼성중공업
- [9] 최준혁(1999), 강바닥판 구조상세부의 정적 및 피로거동, 박사학위논문, 한양대학교
- [10] FEA Korea(주)(2008) LUASA V14.2 Reference Manual
- [11] Susumu INOKUCHI, Daisuke UCHIDA, Atsunori KAWABATA, Takashi TAMAKOSHI(2008) Influence of Asphalt Pavement Failure on Local Stress of Orthotropic Steel Decks, 鋼構造學會論文集, 第15卷 第59号 pp.75-86
- [12] Suganuma Hisatada(2005), “Development of orthotropic steel deck system with high fatigue resistance”, Doctoral Dissertation, Tokyo Institute of Technology
- [13] Atushi NANJYO, Satoshi YOSHIHARA, Jota TOKI, Hironori ISHII, Masahiro SAKANO(2003) Live Load Stress and Fatigue Durability of Steel Deck Bridges, Journal of Structural Engineering, Vol. 49A pp.773-780

재하하중에 따른 강바닥판 거동 특성

- [14] 三木千尋、菅沼久忠、富澤雅幸、町田文孝(2005) 鋼床版
箱桁橋のデッキプレート近傍に發生した疲勞損傷の原因,
土木學會論文集, 780卷, 1-70号, pp.57-70

원고접수일 : 2008년 12월 30일

원고채택일 : 2009년 01월 05일

