

# 거더교에서의 윗하중분배에 대한 연석과 중앙분리대의 영향에 관한 연구

## Influence of Curbs and Median Strip on Wheel Load Distribution in Girder Bridges

오 병 환\*      임 춘 근\*\*      유 영\*\*\*      김 광 수\*\*\*\*  
Oh, Byung Hwan    Lim, Choon Keun    Lew, Young    Kim, Kwang Soo

---

### ABSTRACT

Generally, the contribution of curbs and median strip is not considered carefully in analysing and designing the girder bridges. There being curbs, the load given on interior girder relatively reduced and on exterior girder increased. Curbs and median strip reduce the load distribution factor by distributing the load given on girder fairly. In this paper, the Influence of curbs and median strip in wheel distribution through parameter study and lateral distribution test of PSC girder bridge was investigated. Finite-element analysis was performed with parameterizing the flexural rigidity of the girder, span length, girder spacing, median strip, curbs. The influence of curbs and median strip would increase with lowering rigidity of girder. In addition, curbs lower the load distribution factor of exterior and interior girders.

---

#### 1. 서론

일반적으로 거더교의 설계시에 하중분배 효과는 현 시방규정에 의하여 거더의 간격만을 고려하고 있다. 그러나 이 값은 다소 보수적이라는 것이 일반적인 평가이다. 최근의 AASHTO LRFD(1994)에서는 거더간격 외에 지간길이, 슬래브의 두께, 종방향 강성도 변수 등 하중분배에 영향을 미칠 수 있는 다양한 변수를 포함시킨 하중분배계수식을 제시하였다. Burdette와 Goodpasture(1988)은 난간이 상판과 일체 거동을 하면 거더교량의 외측 거더의 강성이 증가되어 더 많은 하중을 받는다고 주장하였다.

Nutt(1988) 등은 교량에 연석과 난간이 있으면 내측 거더의 분배 하중이 감소하고, 외측 거더의 분배 하중이 증가한다고 하였다. Mabsout(1997)는 보도, 연석, 난간 등 일반적으로 교량 해석시 그 강성을 고려하지 않는 요소가 하중분배에 어떠한 영향을 주는지를 강합성교에 대한 유한요소해석을 통해 연구하였다.

---

\*정회원, 서울대학교 토목공학과 교수  
\*\*정회원, 금호엔지니어링  
\*\*\*정회원, 서울대학교 토목공학과 박사과정  
\*\*\*\*정회원, 서울대학교 토목공학과 시간강사

Nutt(1988) 등은 교량에 연석과 난간이 있으면 내측 거더의 분배 하중이 감소하고, 외측 거더의 분배 하중이 증가한다고 하였다. Mabsout(1997)는 보도, 연석, 난간 등 일반적으로 교량 해석시 그 강성을 고려하지 않는 요소가 하중분배에 어떠한 영향을 주는지를 강합성교에 대한 유한요소해석을 통해 연구하였다.

본 논문의 목적은 연석(또는 보도), 중앙분리대 등이 강합성교와 PSC 거더교의 하중분배계수에 어떠한 영향이 있는지를 조사하여 비교하는 것이다. 먼저, PSC 거더교의 하중분배 특성을 횡분배시험을 통해 알아본다. 그리고 지간 길이, 거더 간격, 연석(또는 보도), 중앙분리대 등의 요소를 고려하여 강성이 다른 두 개의 강합성교와 PSC 거더교에 대해 유한 요소해석을 수행하여 해석결과로부터 강합성교와 PSC 거더교의 하중분배계수를 시방서와 비교하였다. 그리고, 강합성교와 PSC 거더교의 하중분배계수에 대한 연석(또는 보도)과 중앙분리대의 영향을 비교하였다.

## 2. 교량의 횡분배시험

### 2.1 시험대상 교량

본 연구의 시험대상 교량은 1971년에 준공된 대구시의 서진 3교이며, 형식은 12경간의 PSC 합성거더교이며 왕복 2차선 교량이다. 각 지간길이는 30m로 교량의 총연장은 351m이다. 거더의 개수는 4개이며, 1경간에 6개의 격벽이 설치되어 있는 설계하중 DB-18의 교량이다.

그림 1에 시험대상 교량의 전경이 나타나 있으며 첫 번째 지간을 시험대상 구간으로 선정하여 파괴시험을 실시하였다. 그림2에는 재하위치를 나타내었다.

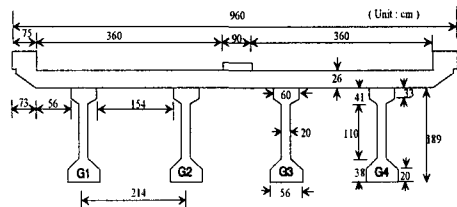


그림 1 시험대상 교량의 단면제원

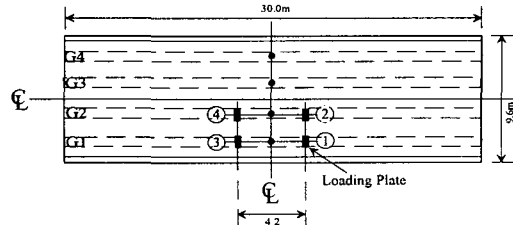


그림 2 재하위치

### 2.2 대상교량의 시험방법

재하시험은 사용하중 단계 및 극한하중 단계에 대하여 수행되었다. 사용하중 단계의 재하는 다음과 같다.

0-8-16-24-32-0-16-32-0-16-24-26-28-30-32-0(ton)

사용하중 단계 이후의 최종 재하단계는 다음과 같다.

0-40-80-120-160-210-260-310-360-400-440(ton)

### 2.3 시험결과

사용하중 단계 및 극한하중 단계에서의 슬래브 중앙단면에서의 변형률 분포는 다음과 같다.

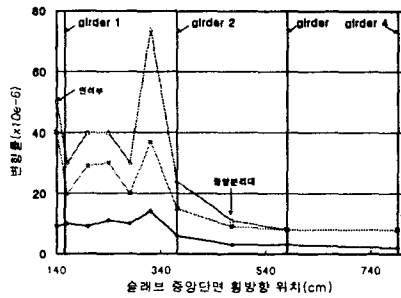


그림 3 사용하중 단계에서의 슬래브 변형률 분포

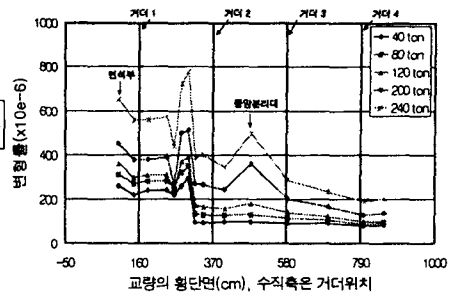


그림 4 극한하중 단계에서의 슬래브 변형률 분포

본 시험결과에 의하면 주로 기능적 요소로 고려되던 연석과 중앙분리대가 교량의 손상을 미리 알려 주는 역할 뿐 아니라 구조부재로서도 작용을 한다고 판단된다. 따라서 향후 연석과 중앙분리대 등에 대한 추가적인 연구를 통하여 이들을 적절히 설계함으로써 교량의 하중저항능력을 향상시키고, 교량의 손상정도에 대한 판단의 지표로도 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3. 유한요소해석

#### 3.1 해석모델

상부슬래브는 쉘(shell)요소로, 거더와 벽벽은 뼈대(frame)요소로, 강선은 트러스(truss)요소로 모델링하였으며, 거더와 강선은 강체(rigid frame)로 연결시켰다. 특히 시험결과 거더와 상부슬래브의 합성 거동을 확인할 수 있었으므로 거더의 단면을 유효폭을 고려한 합성거더로 모델링하였다. 해석모델 형상 및 시험결과와의 거더분배계수 비교결과는 다음과 같다.

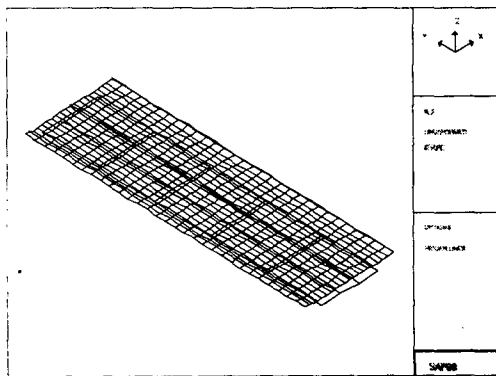


그림 5 유한요소해석 모델

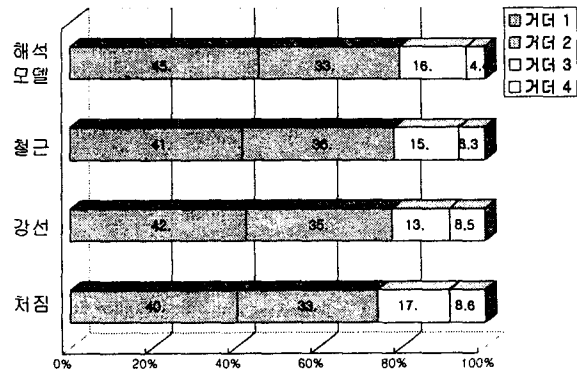


그림 6 하중분배계수에 대한 시험결과와 해석결과의 비교

위의 결과에 의하면 본 해석모델은 교량의 거동을 적절히 표현하고 있다고 판단된다.

### 3.2 해석방법

해석모델링 형식과 매개변수는 다음과 같은 가정과 범위 내에서 수행되었다.

- 교량은 단순교이며, 2차선 직교이다.
- 거더 간격은 1.83, 2.44, 3.66m이고, 거더의 수는 3~5개이다.
- 지간 길이는 17.1, 23.5, 29.9, 36.6m이다.
- 연석(또는 보도)은 폭이 75cm이고 높이가 30cm이다.
- 중앙분리대는 폭이 90cm이고, 높이가 20cm이다.
- 하중은 DB하중을 내측과 외측거더에 최대 휨모멘트가 발생하도록 교축직각방향으로 2대 병렬재 하하여 해석한다.

위에서 제시한 모든 지간 길이와 거더 간격에 대해 다음과 같은 경우 각각에 대해 해석을 수행한다.

- 연석이 양쪽에 있을 때(C)
- 중앙분리대가 있을 때(M)
- 연석, 중앙분리대가 있을 때(CM)

그리고, 해석 결과를 비교하기 위해 연석과 중앙분리대가 없는 교량에 대해서도 해석을 수행한다.

거더 단면은 다음과 같이 강성이 다른 2개의 거더 종류에 따라서 해석을 수행한다.

- EI 1 : 횡분배 시험에서와 동일한 PSC 거더교
- EI 2 : Mabsout가 사용한 강합성교

### 3.3 해석결과

#### 3.3.1. 거더강성 EI 1인 경우

횡분배 시험을 수행한 PSC 교량의 강성과 동일한 강성을 가진 교량에 대한 해석을 수행하였다. 거더간격이 183cm인 경우의 내측 및 외측거더의 하중분배계수는 다음과 같다.

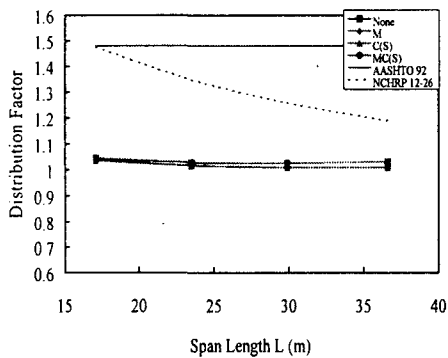


그림 7 내측거더

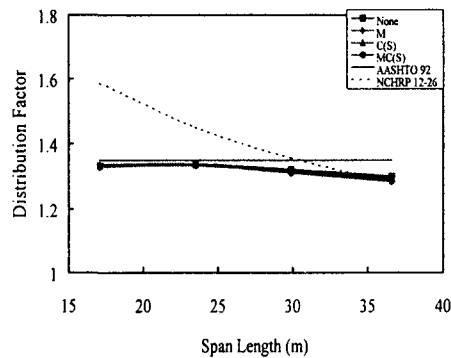


그림 8 외측 거더

#### 3.3.2. 거더강성 EI 2인 경우

Mabsout(1997)가 강합성교에 관한 유한요소 해석시 사용한 모델의 강성과 동일한 것이다. 거더간격

이 183cm인 경우의 내측 및 외측거더의 하중분배계수는 다음과 같다.

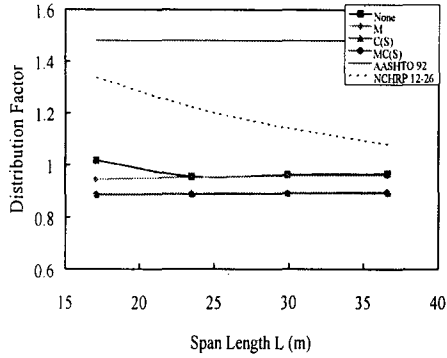


그림 9 내측 거더

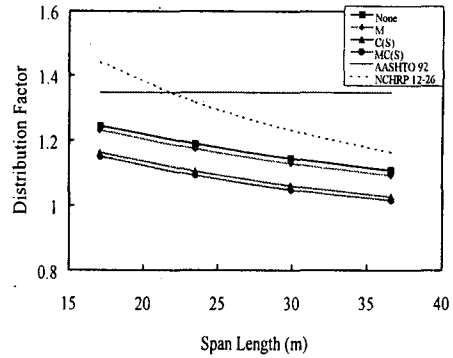


그림 10 외측 거더

### 3.4 연석 및 중앙분리대의 영향

유한요소해석 결과로부터 연석 또는 보도와 중앙분리대의 영향에 관해 알아본다. 여러 가지 경우 중, 지간길이 2990cm, 거더간격 183cm일 때를 비교한다. 아래의 그래프는 거더의 강성 증가에 따른 하중분배의 효과를 나타내고 있다.

#### 3.4.1. 연석의 영향

연석이 외측거더에 있으면 하중이 외측거더와 연석 부분으로 집중된다. 그 결과 내측거더의 하중분배율은 줄어든다. 그림은 거더의 강성에 따라서 외측거더가 받는 하중이 어떻게 변하는지를 보여준다. 두 개의 외측거더 중에서 하중에 가까운 외측거더가 1이고, 다른 외측거더는 2이다.

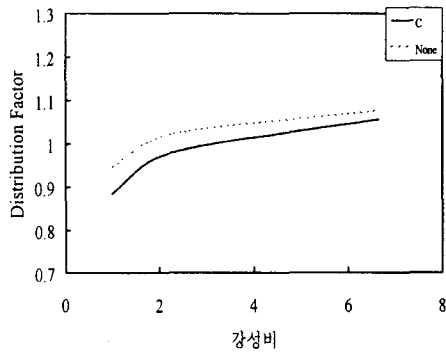


그림 11 외측거더 1

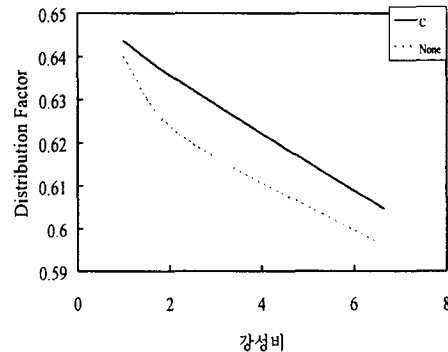


그림 12 외측거더 2

위의 결과에 의하면 연석과 중앙분리대의 영향으로 윤하중에 가까운 외측거더(외측거더 1)가 분담하는 하중은 줄어들고 다른 하나의 외측거더(외측거더 2)가 분담하는 하중은 증가한다. 특히 연석의 경우, 편측 재하된 윤하중을 각각의 거더가 균등하게 분담하게 하는 역할을 하는 것으로 판단된다.

### 3.4.2. 중앙분리대의 영향

중앙분리대가 있을 때 최대 하중을 받는 내측거더의 하중분배율은 다음과 같다.

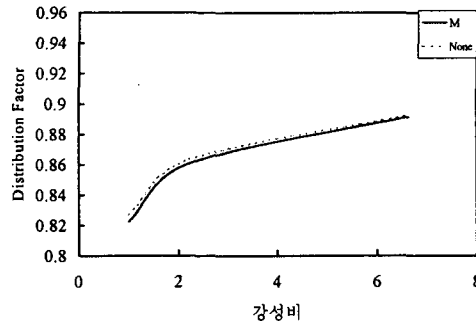


그림 13 강성비에 따른 내측거더의 하중분배계수

## 4. 결론

본 논문에서는 연석과 중앙분리대를 고려한 서로 다른 거더 강성을 가진 거더교의 유한요소해석을 통해 하중횡분배에 있어서의 연석과 중앙분리대의 영향을 알아보았다. 그 결과를 보면 다음과 같다.

- (1) PSC 거더교의 하중 횡분배 시험 결과 연석과 중앙분리대가 하중 횡분배에 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 특히, 거더의 강성이 작을수록 연석과 중앙분리대의 영향이 커진다.
- (2) 현 교량의 설계시 적용되는 활하중 재하방식에서는 교량 단면의 중앙에 위치한 중앙분리대보다 양쪽 끝에 위치한 연석이 거더의 하중분배계수에 큰 영향을 준다.
- (3) 연석과 중앙분리대가 상판과 일체 거동을 하면, 각의 거더가 부담하는 활하중의 크기에 큰 영향을 준다. 중앙분리대, 연석, 그리고 하중 횡분배에 있어 연석과 유사한 역할을 하는 보도, 난간 등을 하중 저항능력과 하중분배계수 산정시 고려할 필요가 있다고 판단된다.

## 5. 참고문헌

1. 도로교 표준시방서, 건설교통부, 1996
2. AASHTO, Standard Specifications Highway Bridges, 15th ed., Washington, D.C., 1992
3. Load and Resistance Factor Design(LRFD) bridge design specification, Am. Assn. of State Hwy. and Transp. Officials(AASHTO), Washington, D.C., 1994
4. Mabsout, M. E., Tarhini, K. M., Frederick, G. R., and Tayar, C., "Finite-element analysis of steel girder highway bridges" J. Bridge Engrg., ASCE, 2(3), 1997, pp. 83-87
5. Nutt, R. V., Schamber, R. A., and Zokaie, T., "Distribution of wheel loads on highway bridges", Final Rep. No. 83 (NCHRP Proj. No. 12-26), Imbsen & Associates, Inc., Sacramento, Calif, 1988
6. Tarhini, K. M., and Frederick, G. R., "Wheel load distribution in I-girder highway bridges", J. Struct. Engrg., ASCE, 118(5), 1285-1294
7. Mabsout, M. E., Tarhini, K. M., Frederick, G. R., and Kobrosly M., "Influence of sidewalks and railings on wheel load distridution in steel girder bridges", J. of Bridge Engrg., Vol. 2, No. 3, Aug. 1997, pp. 88-96