
PSC보 교량의 유한요소 모델링방법에 관한 연구

An Improved Finite Element Modeling Technique for Prestressed Concrete Girder Bridges



김 광 수*
Kim, Kwang-Soo



박 선 규**
Park, Sun-Kyu



김 형 열***
Kim, Hyeong-Yeol

ABSTRACT

An improved finite element modeling technique is proposed for the assessment of load carrying capacity of partially prestressed concrete girder bridges. Based on the finite element method of analysis, shell and frame elements are used to model the slab and girders of the superstructure, respectively. In the modeling of superstructure, the emphasis is placed on the use of rigid link between the middle surface of slab and mid-plane of girder. This paper also includes the comparison of three different equations that are used in the calculation of effective moment of inertia for the partially prestressed concrete girders. Numerical analysis is performed for the unstrengthened and strengthened bridges. The obtained results are compared with those of load test for a prototype bridge. A good agreement is achieved between the numerical solutions by using the proposed method and load test results.

Keywords : prestressed concrete, bridge, finite element analysis, load test, beam, shell

* 정회원, 한국건설기술연구원, 연구원
** 정회원, 성균관대학교 토목환경공학과 부교수
*** 정회원, 한국건설기술연구원, 선임연구원

• 본 논문에 대한 토의를 2000년 2월 29일까지 학회로 보내주시면 2000년 4월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

우리 나라의 산업기반시설인 도로에서 주요한 시설물중에 하나가 바로 교량이다. 이러한 중요 시설물인 교량은 공용년수가 증가하면서 초과하중 그리고 환경변화 등에 의해서 손상을 받게 되고 구조적인 기능이 본래의 기능에 비해 약화되기 때문에 가설 이후에도 지속적이고 적절한 보수와 보강을 통해 수명연장과 안전성 및 사용성을 확보하여야 한다.

현재 우리 나라의 교량형식 분포중에 높은 비중을 차지하고 있는 PSC보 교량의 보강을 위하여 사용하고 있는 공법으로는 외부 후긴장공법이 보편적이지만 보강효과를 검증할 수 있는 해석기법에 관련된 연구는 아직 미흡한 실정이다.

일반적으로 PSC보 교량의 휨 내하력산정에서는 유한요소해석법을 적용하고 있으며, 상부구조 모델링방법은 크게 뼈대요소를 이용한 격자모델링과 셸요소와 뼈대요소를 병용하는 모델링방법이 많이 사용되고 있다. 그러나 이 두 가지 모델링방법에 의한 유한요소 해석결과는 실제 교량의 거동과는 많은 차이를 보이고 있다. 또한, 기존의 해석방법에서는 PSC보의 단면계수를 구하기 위하여 RC보의 유효환산단면 2차모멘트 산정공식을 일반적으로 적용하고 있으나 이 산정공식은 긴장력을 받고 있는 PSC보의 단면성질을 제대로 반영하지 못하고 있다⁽¹⁾.

따라서, PSC보 교량의 정확한 휨 내하력 산정을 위해서는 균열이 발생한 PSC보의 유효환산단면2차모멘트를 보다 정확히 산정하고, 여러가지 모델링방법을 적용한 결과를 비교 분석하여 실제 거동을 가장 근사하게 해석할 수 있는 모델링방법을 찾는 것이 필요하다.

본 연구에서는 보다 정확한 PSC보 교량의 휨 내하력 산정을 위하여 유한요소 모델링방법에 대하여 연구하였다. 상부구조의 바닥판과 보를 각각 셸과 뼈대요소를 사용하여 모델링을 하였으며, 모델링방법은 다음 세가지 방법을 적용하였다.

첫 번째 방법은 바닥판과 보를 합성단면으로 가정하여 합성단면보를 뼈대요소로 모델링하고 바닥판은 셸요소로 모델링하는 방법이다. 두 번째는 비합성단면 즉, 바닥판을 제외한 보만을 뼈대요소로 모델링하고 바닥판은 셸요소로 모델링하는 방법이다. 위의 두 가지 모델링방법은 기존에 PSC보 교량의 해석에

서 가장 일반적으로 적용하는 모델링방법으로서 뼈대요소와 셸요소는 모두 바닥판의 중립축에 위치하도록 배치한다.

세 번째 모델링방법은 본 연구에서 제안하는 방법으로서 상부구조의 바닥판과 보를 각각 셸과 뼈대요소를 사용하여 모델링을 하고, 바닥판과 보의 중립축 사이를 Rigid Link 요소로 연결하는 모델링방법이다. 이 모델링방법에서는 바닥판과 보의 독립적인 거동은 물론 상호작용이 상부구조의 거동 해석에 고려될 수 있다.

본 연구에서는 모델링방법에 대한 연구 이외에 PSC보의 단면성질을 비교적 정확하게 반영할 수 있는 유효환산단면2차모멘트 산정공식을 해석에 적용하기 위하여 기존의 다른 연구자들이 제안한 산정공식들을 해석에 적용하고 그 결과를 비교하였다.

본 연구에서 고려한 모델링방법과 단면계수 산정공식을 적용하여 구조해석을 수행하였고, 그 결과는 실제 교량의 하중재하실험에서 측정된 결과⁽²⁾와 비교 분석하였다. 또한, 뼈대요소를 이용한 격자모델링 해석결과⁽¹⁾도 본 연구의 결과와 비교하였다.

본 논문에서는 대표적인 PSC보 교량의 보강공법인 외부 후긴장공법으로 보강된 교량에 대해서도 해석을 수행하였으며, 그 결과를 재하실험 결과와 비교하였다.

본 연구의 결론에서는 보강되지 않은 PSC보 교량과 외부 후긴장공법으로 보강된 PSC보 교량의 거동을 보다 정확하게 고려하여 내하력을 산정할 수 있는 개선된 유한요소 모델링방법을 제안하였다.

2. PSC보 교량의 해석기법 고찰

2.1 2차원 격자해석

2차원 격자해석법은 교량의 보와 가로보 또는 격벽을 격자로 연결하여 교량의 상부구조 거동을 해석하는 방법이다. 이 방법은 Lightfoot와 Sawko⁽³⁾에 의해서 처음으로 개발되었던 고전적인 방법이며, 여기서는 뼈대요소를 사용하였다. 해석에서 상부구조의 중방향의 휨 강성은 중방향부재로 고려되며, 횡방향 휨 강성은 바닥판의 강성으로 나타낼 수 있다.

PSC보 교량에서는 내측보와 외측보의 중립축의 위치가 다를 수 있고 중방향에 대해서도 바닥판과

격벽의 합성단면에 대한 부재의 중립축의 위치가 다를 수 있다. 그러나 2차원 격자해석에서는 모든 부재의 중립축이 격자절점에서 일치하여야 하기 때문에 각 부재에 있어 중립축의 차이를 해석에 고려할 수 없는 단점이 있다.

2.2 3차원 격자해석

3차원 격자해석기법에서는 중립축이 서로 다른 부재들로 구성되는 상부구조를 격자모델로 구성하기 위하여 각 부재의 중립축에 있는 절점 사이를 Rigid Link 요소로 연결한다. 따라서, 각 부재의 하중과 변위는 Rigid Link를 통하여 전달된다.

Fig. 1에 보이는 보-바닥판 구조의 거동은 다음과 같은 평형방정식으로 나타낼 수 있다⁽⁴⁾.

$$\frac{dP_x}{dx} + (q_{x1} - q_{x2}) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{dM_x}{dx} + \frac{z_c dP_x}{dx} = S_x \quad (2)$$

여기서, z_c : 바닥판과 보의 중립축거리

q_{x1}, q_{x2} : 면내 전단류

P_x : 축방향력

S_x : 전단력

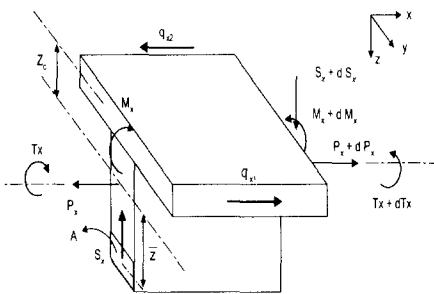


Fig. 1 Behavior of girder-and-slab system

PSC보의 축방향 응력은 Eq.(3) 그리고 전단류는 Eq.(4)로부터 구할 수 있다.

$$\sigma = \frac{M_x z_c}{I_x} + \frac{P_x}{A_x} \quad (3)$$

$$q_r = \tau = \frac{dM_x}{dx} \frac{A \bar{z}}{I_x} + \frac{dP_x}{dx} \frac{A}{A_x} \quad (4)$$

여기서, \bar{z} : 전단면의 도심축과 전단응력이 작용하는 면적의 도심축과의 거리

t : 웨브의 폭

I_x : x 방향단면의 단면2차모멘트

A_x : x 방향단면의 전체 단면적

M_x : 모멘트

q_r : 플랜지에서의 전단류

이 방법으로 모델링을 하는 경우 평면에 대해서는 위에서 언급된 2차원 격자와 동일한 요소망으로 구현되지만 횡방향 부재들은 격벽이나 가로보와 바닥판의 위쪽과 아래쪽에 있는 각각의 중립축이 원위치에 일치하도록 배치한다.

2.3 셸요소와 뼈대요소를 이용한 모델링

2.3.1 셸요소를 이용한 바닥판 모델링

본 연구에서 모델링에 적용한 셸요소는 4절점 직사각형 셸요소⁽⁵⁾로서 절점당 6개의 자유도 ($u, v, w, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)를 갖는다 (Fig. 2).

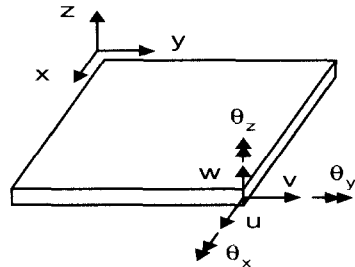


Fig. 2 Degrees of freedom for shell element

2.3.2 합성 및 비합성보의 모델링

바닥판을 셸요소를 사용하여 모델링하는 방법은 PSC보가 바닥판과 일체거동을 하는가, 그렇지 않은가에 따라서 합성보 단면 또는 비합성보 단면으로 각각 모델링하여야 한다⁽⁶⁾. 그러나 합성작용에 대해서는 현장실험이 필요하므로 일반적으로는 이 두 가지 경우의 해석방법을 각각 수행하여 평균값을 사용하기도 한다.

Fig. 3은 합성단면과 비합성단면의 두 가지 경우에 대한 요소의 구성을 나타내며 합성단면이나 비합성단면의 강성은 뼈대요소로 모델링하고 바닥판은 쉘요소로 모델링하였다.

Fig. 3에서는 뼈대요소와 쉘요소가 같은 중립축 위치에 배치하여 평면 모델링을 수행한 그림을 나타낸다. 여기서 뼈대요소는 합성단면일 경우는 합성단면의 강성을 갖는 뼈대요소로 그리고 비합성단면일 경우는 비합성단면, 즉 바닥판을 제외한 거더만의

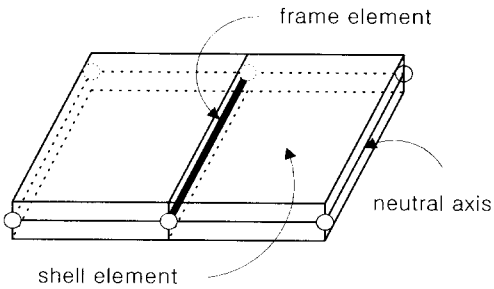


Fig. 3 FE modelings for composite and noncomposite sections

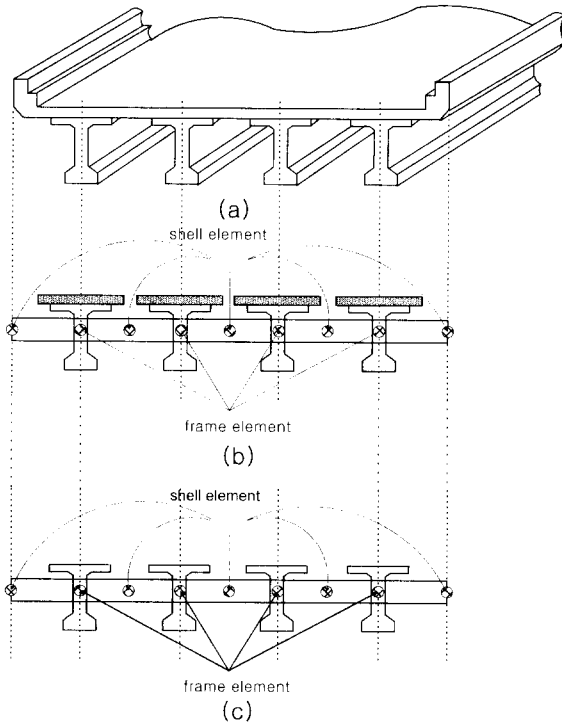


Fig. 4 FE modelings for composite and noncomposite girder bridges

강성을 갖는 뼈대요소로 모델링할 뿐 구성요소의 배치는 일치한다.

Fig. 4는 보가 4개인 PSC보 교량의 모델링방법을 나타내고 있으며, Fig. 4(b)는 합성단면 그리고 Fig. 4(c)는 비합성단면을 뼈대요소를 사용하여 모델링하는 방법을 나타내고 있다.

2.3.3 Rigid Link 모델링

본 연구에서 제안하는 모델링방법은 그림 5와 같이 바닥판은 쉘요소로, 보는 뼈대요소로 모델링하므로 Fig. 4와 비교하여 유한요소 이산화 방법은 같지만, 바닥판의 중립축과 보의 중립축을 Rigid Link 요소를 사용하여 연결하는 모델링방법에 있어서는 차이점이 있다.

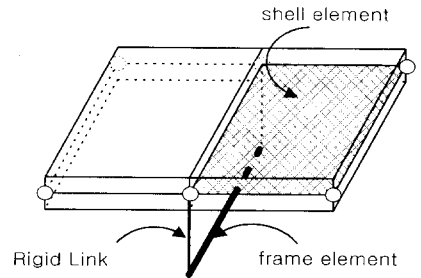


Fig. 5 FE modeling with rigid link element

본 연구에서 바닥판은 등방성으로 가정하였으므로 탄성거동에 대한 비틀림강성의 표현은 Eq.(5)와 같이 나타낼 수 있으며, 비틀림을 받는 바닥판의 거동을 Fig. 6에 나타내었다.

$$\begin{aligned}
 t_{xy} &= -\frac{Ed^3}{12(1+\nu)} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \\
 &= -\frac{Gd^3}{6} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right) \\
 &= -cG \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)
 \end{aligned} \quad (5)$$

여기서, $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ (전단탄성계수)

d : 슬래브 두께

ν : 포아송 비

$c = \frac{d^3}{6}$ (단위폭당 유효 비틀림상수)

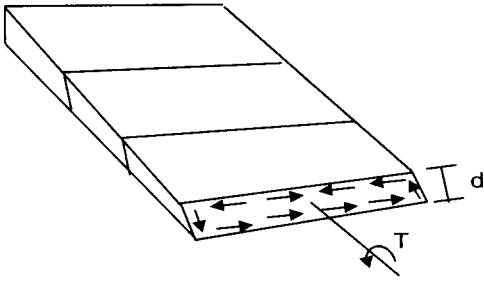


Fig. 6 Torsional behavior of slab

Fig. 7은 셸요소, 뼈대요소, 그리고 Rigid Link 요소를 사용하여 PSC보 교량의 상부구조를 모델링한 것을 나타내고 있다.

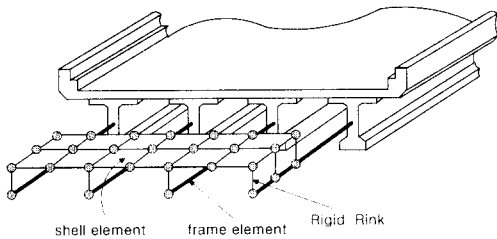


Fig. 7 FE modeling for prototype bridge

본 논문에서는 본 절에서 설명한 세 가지 모델링 방법을 적용하여 구조해석을 수행하였으며 각각의 모델링방법에 따른 해석결과는 실제PSC보 교량에 하중재하 측정값과 비교하여 분석하였다.

3. 유효환산단면2차모멘트

본 연구에서는 균열이 발생한 PSC보 교량의 유효환산단면2차모멘트를 산정하기 위하여 다음과 같은 3가지 유효환산단면2차모멘트 산정공식을 적용하였다.

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g \quad (6)$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^4 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^4 \right] I_{cr} \leq I_g \quad (7)$$

$$I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \frac{M_{cr}}{M_a} \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} \leq I_g \quad (8)$$

여기서,

- M_{cr} : 균열모멘트
- M_a : 사용하중하에서의 최대모멘트
- I_g : 콘크리트 총 단면에 대한 단면 2차모멘트
- I_{cr} : 균열 환산단면 2차모멘트
- I_e : 유효 환산단면 2차모멘트

Eq.(6)은 PSC보의 사용성을 검토할 때 적용하도록 콘크리트표준시방서⁽⁷⁾에서 규정하고 있는 식이며, Eq.(7)은 Branson과 Trost⁽⁸⁾가 파설 프리스트레스트 콘크리트보 모델에서 하중-처짐 관계를 수치적분을 통하여 유도한 이론식이다. Eq.(8)은 Harajili와 Alameh⁽⁹⁾가 균열이 발생한 PSC보에 철근의 슬립(Slip)을 고려하여 유도한 이론식이다.

위의 세가지 산정공식으로 구한 유효환산단면2차모멘트를 PSC보의 해석에 적용하고, 그 결과를 보의 축소모형체의 실험결과와 비교한 연구는 참고문헌⁽¹⁾에 잘 정리되어있다. 참고문헌⁽¹⁾에 따르면, Eq.(8)을 적용하여 해석한 결과가 축소모형체 결과와 가장 잘 일치하는 것으로 나타났다.

4. 재하실험 및 보강공법

재하실험을 수행한 실제 PSC보 교량은 설계활하중이 DB-18이고 1982년 준공된 교량이다. 교량의 지간장은 30.0m이고 총 폭은 8m이나 난간과 보도의 연석을 제외한 차량의 통행이 가능한 유효폭은 6.8m이다. 재하실험에서 조사된 재료의 성질을 Table 1에 요약하였다.

Table 1 Material properties used in analysis

| 구분 | | 물리적성질 (kg/cm ²) | 비고 |
|-------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|
| 콘크리트 | σ_{ck} | 340 | |
| | E_c | 276,586.3 | |
| 철근 | σ_y | 4,000 | SD40 |
| | E_s | 2,040,000 | |
| PS 강선 | $\frac{\sigma_{py}}{\sigma_{pu}}$ | 13,500/15,500 | SWPC1(ϕ 8) |
| | E_{ps} | 2,000,000 | |
| | P_j | 458.16(t) | |

여기서, σ_{py} : PS강재의 항복강도
 σ_{pu} : PS강재의 인장강도
 σ_j : 초기 긴장력

재하실험에서는 처짐량을 측정하기 위하여 하중재하 위치를 6가지로 구분하여 재하 하였으나, 본 논문에서는 그 중 재하차량의 오른쪽 뒷바퀴를 측정대상 주형 공간장의 1/2에서 연석으로부터 1m 떨어진 곳에 위치하도록 재하하여 측정된 결과를 비교에 사용하였다 (Fig. 8).

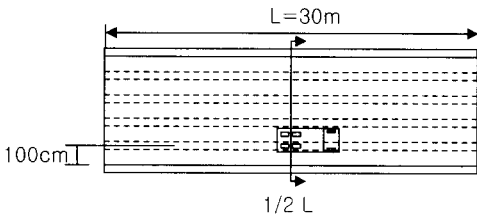


Fig. 8 Loading position in load test

4.1 보강방법

정적측정의 재하위치는 균열과 처짐이 가장 크게 발생한 구간을 대상으로 하였으며, 본 실험 대상교량의 경우 중차량의 통과와 교통량의 증가 등으로 인하여 균열이 많이 발생한 상태이다. 실험 교량은 정적측정이 완료된 이후에 외부 후긴장(External Post-tensioning)공법으로 보강하였다⁽²⁾.

실험교량의 지점으로부터 11m지점에 새들(saddle)을 설치하여 외부 후긴장력을 도입하였으며 긴장재에 작용하는 긴장력은 최대 128ton이었다.

4.2 해석방법

재하실험 대상교량은 보강되기 전과 외부 후긴장으로 보강된 후로 구분하여 해석하였다. 해석에 적용한 모델링방법은 2차원 격자해석법과 3차원 격자해석법 그리고 제 2.3절에서 언급한 3가지 모델링 방법이다. 구조해석은 범용유한요소해석 프로그램인 SAP2000⁽⁵⁾을 사용하여 수행하였다.

또한, 균열이 발생한 PSC보의 휨강성을 보다 정확하게 산정할 수 있는 단면계수 산정공식을 확인하

기 위하여, 기존의 세가지 유효환산단면2차모멘트 산정공식을 적용하여 해석하였으며, 보강후에 있어서 외부후긴장력은 상향력과 모멘트하중으로 치환하여 적용하였고 그 결과를 실험결과와 비교·분석 하였다.

5. 해석 및 실험결과 분석

Fig. 9는 보강전 교량에 대한 해석결과를 나타내고 있다. 그림에서 처짐량은 교량의 최외측 보에서 발생한 처짐을 나타내며, M1, M2, M3, M4, M5는 모델링방법을 나타내는 기호로서 각각 다음과 같다.

- M1 : 뼈대요소를 이용한 2차원 격자모델링
- M2 : 뼈대요소를 이용한 3차원 격자모델링
- M3 : 보는 뼈대요소로 바닥판은 쉘요소로 모델링(합성단면)
- M4 : 보는 뼈대요소로 바닥판은 쉘요소로 모델링(비합성단면)
- M5 : 쉘과 뼈대요소를 Rigid Link로 연결

모델링방법에 따른 해석결과를 분석하면, 2차원 및 3차원 격자모델링방법에 의해 산정된 처짐값은 실측값 보다 처짐량을 과다하게 산정하고 있다. 이는 바닥판의 거동을 단순화하여 모델링한 격자모델링방법은 상부구조의 거동을 제대로 반영하지 못하고 있는 것으로 사료된다.

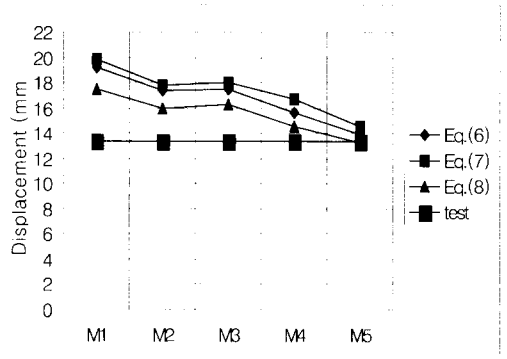


Fig. 9 Results of analysis before strengthening

기존에 PSC보 교량의 해석에 적용하고 있는 셸과 뼈대요소를 이용한 모델링방법에 의한 결과 또한 실측값 보다 크게 산정됨을 알 수 있다. 그러나 본 연구에서 제안한 Rigid Link를 사용한 모델링방법에 의한 해석결과는 실측값과 비교적 잘 일치하고 있다. 이는 하중을 받고 있는 바닥판과 보의 상호작용이 Rigid Link를 통하여 해석에 고려되기 때문으로 판단된다.

PSC보 교량의 상부구조 해석에서 완전한 합성단면으로 가정하여 해석한 결과는 비합성단면으로 해석한 결과 보다 처짐값이 크게 산정되는 것으로 나타났다. 이는 상부구조의 종방향 단면을 완전한 합성단면으로 가정하는 경우 유효환산단면2차모멘트가 비합성단면에 비하여 작게 산정되기 때문이다.

본 연구에서 적용한 세 가지 유효환산단면2차모멘트 산정공식 중에서 Eq.(8)을 적용한 결과가 모델링방법과 상관없이 실측값에 근접함을 알 수 있다. 따라서, 균열이 발생한 파셜프리스트레스트 콘크리트보의 해석에서는 Eq.(8)을 적용하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

Fig. 10은 외부 후긴장공법으로 보강된 PSC보 교량에 대한 해석결과를 나타내고 있다. 보강된 교량에 대한 해석결과와 경향은 보강되지 않은 교량의 경우와 거의 유사함을 알 수 있다. 따라서, 본 연구에서 제안하고 있는 유한요소 모델링방법은 외부 후긴장공법으로 보강된 PSC보 교량의 해석에서도 실측값과 근사한 결과를 나타냄을 알 수 있다.

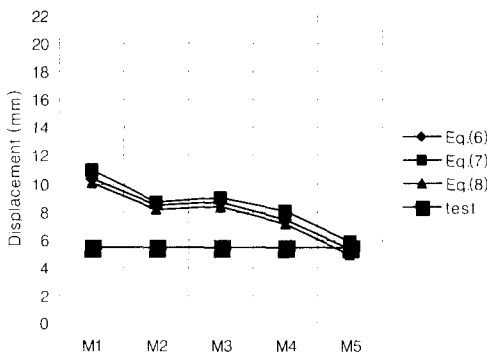


Fig. 10 Results of analysis after strengthening

6. 결 론

본 논문에서 PSC보 교량의 내하력을 보다 정확하게 산정할 수 있는 유한요소 모델링방법에 대하여 연구하였고 제한적 범위내에서 수행한 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) PSC보 교량의 해석에서는 바닥판의 거동을 단순화하여 뼈대 요소로 격자모델링하는 방법보다는 바닥판을 셸요소로 모델링하는 방법이 적합하다고 판단된다. PSC보 교량의 거동을 해석하는데 모델링 방법 이외에 영향을 미칠 수 있는 요인은 구조물의 경계조건, 재료의 성질, 보와 바닥판의 합성효과, 하중의 횡분배, 받침의 구속력 등이 있을 수 있으나, 본 연구에서 제한적 범위에서 수행한 결과에 따르면 셸요소, 뼈대요소, Rigid Link요소를 이용한 유한요소 모델링방법은 PSC보 교량의 보다 정확한 휨내하력산정에 적용할 수 있다고 판단된다.

전반적으로 2차원 격자모델링방법으로 구한 처짐값이 실측값은 물론 다른 방법으로 구한 처짐값 보다 크게 산정되고 있다. Eq.(8)을 적용하였을 때, 실측된 결과에 비해 2차원 격자방법(M1)은 약 30%, 3차원 격자방법은 약 20%, 합성과 비합성모델 방법(M3, M4)는 각각 약 22%와 4% 그리고 셸과 뼈대요소를 Rigid Link로 연결한 방법(M5)은 약 0.7%의 증가된 결과를 보임을 알 수 있다.

2) PSC보 교량의 바닥판과 보를 각각 셸요소와 뼈대요소로 모델링하는 방법 중에서 기존에 적용하는 방법 보다는 본 연구에서 제안한 모델링방법으로 해석한 결과가 실측값에 근접하는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 바닥판과 보의 중립축 사이를 Rigid Link로 모델링하는 경우, 바닥판과 보의 상호작용이 거동해석에 고려되기 때문으로 사료된다.

3) PSC보 교량에 대한 실험결과와 기존의 유효환산단면2차모멘트 산정공식에 의한 결과를 비교 분석한 결과 Harajili와 Alameh가 제안한 산정공식으로 구한 처짐값이 실측값과 가장 잘 일치하였다.

4) 본 연구에서 도출한 연구결과에 따르면 단순지지된 파셜프리스트레스트 콘크리트보 교량의 휨내하력 산정에서는 본 연구에서 제안한 유한요소 모델링방법과 Harajili와 Alameh가 제안한 단면계수 산정공식을 조합·적용하는 것이 바람직한 것으로 조사되었다.

참고문헌

1. 김광수, 박신규, 김형열, "PSC보 교량의 단면 계수 산정 방법 비교와 해석기법에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, 제19권, 제1-3호, 1999.
2. 당정고가교의 보강방안 및 보강 후 내하력평가 연구, 아주대학교 토목기술연구센터, 1997.
3. E. lightfoot and F. Swako, "Structural frame analysis by electronic computer: grid frameworks resolved by generalised slope deflection", Engineering, 18-20, 1959.
4. E. C. Hambly, Bridge deck behaviour, 2nd Ed., E & FN SPON, 1991.
5. User's Manual for SAP2000, Computers and Structures, Inc., 1996.
6. 건설교통부, "신설 및 노후 교량구조물의 개선된 내하력 평가시스템 및 보수기법 개발", 건설기술개발사업 연차보고서, 1996.
7. 건설교통부, 콘크리트표준시방서, 대한토목학회, 1996.
8. D. E. Branson and H. Trost, "Application of the I-effective Method in Calculating Deflections of Partially Prestressed Members", PCI, Vol. 27, No. 5, 1982.
9. M. H. Harajili and A. S. Alameh, "Deflection of Progressively Cracking Partially Prestressed Concrete Flexural Members", PCI, Vol. 34, No. 3, 1989.

요 약

본 연구에서는 파설프리스트레스트 콘크리트보 교량의 내하력 평가를 위한 개선된 유한요소 모델링방법을 제안하였다. 유한요소해석법을 근거로 하여 상부구조의 바닥판과 보를 각각 쉘과 뼈대요소를 사용하여 모델링 하였으며, 모델링방법에서 바닥판과 보의 중립축을 Rigid Link 요소로 연결하였다. 본 논문에서는 파설프리스트레스트 콘크리트보의 유효환산단면2차모멘트를 산정하는데 사용되는 기존의 세가지의 산정식을 비교하였다. 보강전과 보강후의 교량에 대하여 해석을 수행하였으며, 수치해석 결과와 실제 교량의 재하실험 결과를 비교하였다. 본 연구에서 제안한 모델링방법으로 해석한 결과는 재하실험 결과와 잘 일치하였다.

(접수일자 : 1999. 3. 11)