

# 사각의 영향을 고려한 곡선 Box Girder교의 거동 해석

## Analysis of the behavior of curved-box girder bridges by considering skew angles

박성진<sup>\*</sup> 이승훈<sup>\*\*</sup> 이영호<sup>\*\*\*</sup> 진치섭<sup>\*\*\*\*</sup>  
 Park, Sung Jin Lee, Seung Hoon Lee, Young Ho Jin, Chi Sub

### ABSTRACT

In case to look at considering affects of skew angles into the curved bridges, this study mainly focalized to compare and analyze of the influence of skew angles to curved bridges along with analysis of the behavior of entire construction in accordance with changes of skew angles and curvature. With explanation of macroscopic behavior of curved bridges with skew angles through this study, it is mostly to grasp with characteristics and structural weaknesses of skew curved bridges compared with straight skew bridges.

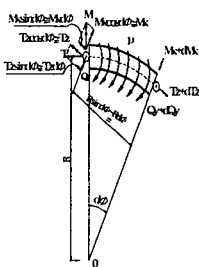
### 1. 서론

일반적으로 국도상의 교량은 기존 도로의 확장이나 주변지형의 영향 등을 많이 받기 때문에 기하학적 형상이 직선교보다 사각나 곡선교인 경우가 많고, 구조물이 축조되는 현장여건에 따라서 사각(skew angle)이 있는 곡선교의 시공이 불가피하게 되었다.

본 연구에서는 절판구조물로 구성된 단면형태를 가진 곡선교에서 사각의 크기 및 곡률변화에 따른 구조물의 거시적인 거동을 유한요소 범용 프로그램인 SAP2000을 사용하여 비교·분석하였다.

### 2. 평면 곡선보 이론

#### (1) 힘의 평형



곡선보의 힘의 평형방정식은 다음의 식과 같다.

$$\frac{dM_x}{ds} + \frac{T_x}{R} = Q_y, \quad \frac{dT_x}{ds} - \frac{M_x}{R} = -m_T \quad (1)$$

힘모멘트  $M_x$ 와 하중  $p$  및  $m_T$ 와의 관계와 일반적인 비틀림모멘트  $T_x$ 은 다음과 같다

$$\frac{d^2M_x}{ds^2} + \frac{M_x}{R^2} = -p + \frac{m_T}{R} \quad (2)$$

$$T_x = \int \left( \frac{M_x}{R} - m_T \right) ds + C$$

여기서, 적분상수  $C$ 는 변위에 대한 적합조건을 고려하여 구할 수 있다.

그림 2-1 미소요소에 작용하는 단면력

- \* 정회원, 부산대학교 토목공학과 석사과정
- \*\* 정회원, 세일기술(주) 구조부 대리
- \*\*\* 정회원, 세일기술(주) 구조부 차장
- \*\*\*\* 정회원, 부산대학교 토목공학과 교수

(2) 미소요소의 변위

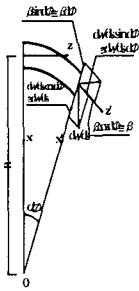


그림 2-2 미소요소의 변위

그림 2-2로부터 수직축 y 방향의 처짐을 w, 접선방향 z 축 둘레의 회전각을  $\beta$  라 두면, 곡률 중심각이  $\phi$  에서  $\phi + d\phi$  까지 변할 때 x 축에 대한 변위각과 z 축을 중심으로 한 비틀림각은 다음 식과 같다.

$$dw/ds - \beta d\phi, \beta + (dw/ds) d\phi \quad (3)$$

곡선보의 휨모멘트와 비틀림모멘트는 다음과 같다.

$$\frac{d^2w}{ds^2} - \frac{\beta}{R} = -\frac{M_x}{EI_x}, \quad \frac{d\theta}{ds} = \frac{T_z}{GK} \quad (4)$$

여기서,  $\theta$  는 곡선보 요소의 비틀림각으로  $\theta = \beta + \frac{w}{R}$  이고 (4)식에 대입해서 다시 쓰면 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{d^3w}{ds^3} + \frac{1}{R^2} \frac{dw}{ds} = \frac{1}{R} \frac{T_z}{GK} - \frac{1}{EI_x} \frac{dM_x}{ds} \quad (5)$$

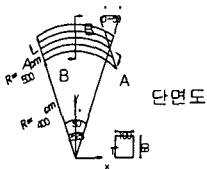
$$\beta = \left( \frac{d^2w}{ds^2} + \frac{M_x}{EI_x} \right) R$$

3. 해석 에 및 고찰

본 연구에서는 사각의 크기 및 곡률의 변화에 따른 곡선보의 거시적인 거동을 살펴보기 위해 우선 곡선보의 거동을 먼저 비교·분석하였으며, 동일 지간을 가진 단지간 직선사교와 곡선사교에서의 역학적 거동에 대한 차이점을 각각 비교·분석하였다.

3.1 사각(skew angle)의 크기에 따른 곡선보의 해석

3.1.1 해석 모델링



(2) 경계조건 및 단부 Node Number

(1) 평면도

표 3-1 단면특성치

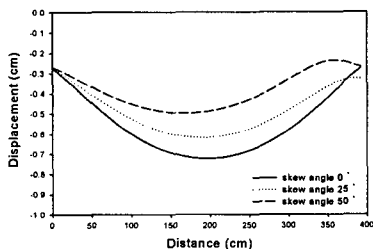
|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| $\gamma$ ( kgf/cm <sup>3</sup> ) | 0.0025            |
| E ( kgf/cm <sup>2</sup> )        | $2.1 \times 10^6$ |
| $\nu$                            | 0.2               |
| t ( cm )                         | 1                 |
| q ( kgf/cm <sup>2</sup> )        | 0.1(상판에만 좌용)      |

그림 3-1 사각의 변화에 따른 곡선보 모델링

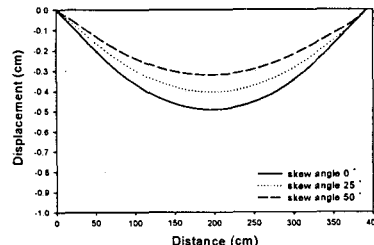
곡선보 해석시 경계조건은 접선방향 배치법을 사용한 고정단(좌측), 가동단(우측)으로 각각 모델링 하였으며 사각은 우측 가동단을 기준으로 0 에서부터 좌측과 평행한 각도인 50 까지 단계별로 25° 씩 증가시켜 해석하였다.

3.1.2 해석 결과

(1) A-A단면 : 상부 PLATE



(2) A-A단면 : 하부 PLATE



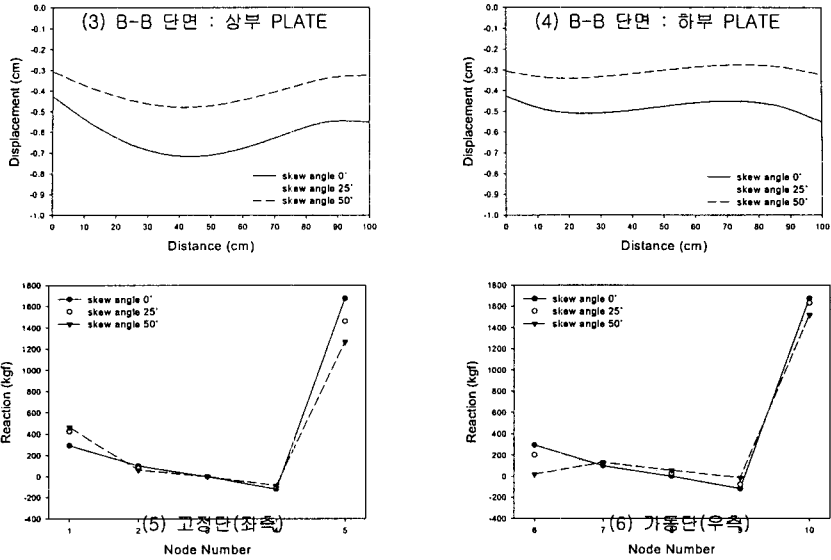
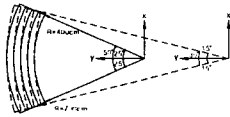


그림 3-2 사각의 변화에 따른 변위 및 반력

### 3.2 곡률의 변화에 따른 곡선보 해석

#### 3.2.1 해석 모델링



곡률의 변화에 따른 곡선보 해석시 경계조건과 하중 등의 기본 모델링에 대한 조건은 3.1.1에서와 동일하게 적용하였으며, 지간의 길이를 같은 값으로 고정하고 곡률 반경만을 100cm씩 증가시켜 구조물을 해석하였다.

그림 3-3 곡률의 변화에 따른 곡선보의 모델링

#### 3.2.2 곡률의 변화에 따른 변위 및 반력

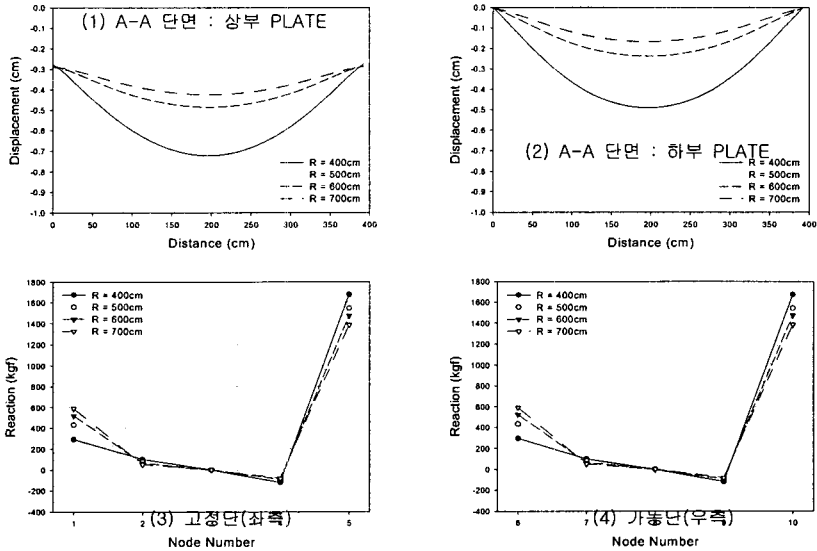


그림 3-4 곡률의 변화에 따른 변위 및 반력