

고속철 KTX 차량에 의한 40m 2연속경간 PSC 박스교량 지점의 동적거동

Dynamic Behaviors of Bearings of the Two-Span Continuous PSC Box Bridge with 40m Span for KTX vehicle

오순택^{*†}, 이동준^{*}, 연준섭^{*}, 이흥주^{*}, 정신희^{*}

Soon-Taek Oh^{**†}, Dong-Jun Lee^{*}, June-Sup Yeon^{*}, Hong-Joo Lee^{*}, Shin-Hyo Jeong^{*}

Abstract Longitudinal displacement and reaction of bearings of two-span continuous bridge with 40m span on the Gyeong-Bu high speed railway are analyzed for KTX vehicle running high speed up to 500km/h. The improved 38 degree of freedom KTX vehicle model composed with cargo/bogies/wheels, irregular track roughness, and three dimensional FEM bridge model are generated to improve accuracy with Runge-Kutta 4th order method considering interaction between them. Dynamic behaviors of bearings of the bridge are compared maximum longitudinal displacement and vertical reaction of the bearings with dynamic/static responses

Keywords : Two-span continuous PSC box bridge, Longitudinal displacement, Reaction of bearing, Dynamic/Static analysis

초 록 경부고속철 구간의 주요 교량형식인 40m 2경간 PSC 박스 교량의 이동단 수평이동거리와 수직반력을 KTX 차량 주행속도 500 km/h 까지 확장하여 수치해석하였다. 38자유도로 차량/대차/윤축으로 정밀모델링한 차량과 불규칙조도 궤도 그리고 3차원 유한요소 교량모델을 상호작용력을 고려하여 해석의 정밀도를 향상시켰고 Runge-Kutta 4차방식으로 수치해석하였다. 정적/동적해석 결과를 비교하여 최대 수평이동거리와 수직반력을 지점별로 비교분석하고 동적응답유형을 분석하였다.

주요어 : 2연속PSC박스교량, 이동단의 수평이동거리, 지점반력, 동적/정적해석

1. 서 론

2경간 연속 PSC 박스교는 경부고속철 구간의 주요 교량형식으로 421.4 km/h의 시험운행이 성공한 동력분산형 고속철 해무가 상용화 될 경우 증가된 주행속도에 대한 기존의 교량의 사용여부에 관한 연구가 여러 가지 측면에서 진행되고 있다. Shim[1]은 교량의 구조안정성과 주행안정성을 교량/궤도/차량의 상호 작용력을 고려하여 수치해석을 통한 동적거동을 연구하였고 Shim 등[2]이 기존의 집중차량하중 설계기준을 38자유도의 정밀 차량모델을 개발하여 해석의 신뢰도를 향상시켰다.

† 교신저자: 서울과학기술대학교 건설시스템디자인공학과(alicia@seoultech.ac.kr)

* 서울과학기술대학교 건설시스템디자인공학과

2. 본 론

2.1 해석 교량의 모델링

Fig. 1에 나타낸 경부고속철 구간의 2경간 연속 PSC 박스교량은 교각 P1에서 회전단을 나머지 교각에는 일방향 이동단을 각각 교량 양측에 배치되어 있다. 이를 3차원 수치모델링하여 38자유도로 정밀모델링한 KTX 차량을 주행속도를 500 km/h 까지 증가시켜 각 교각의 지점에서 발생하는 수평이동거리와 지점반력을 해석하고 비교하였다.

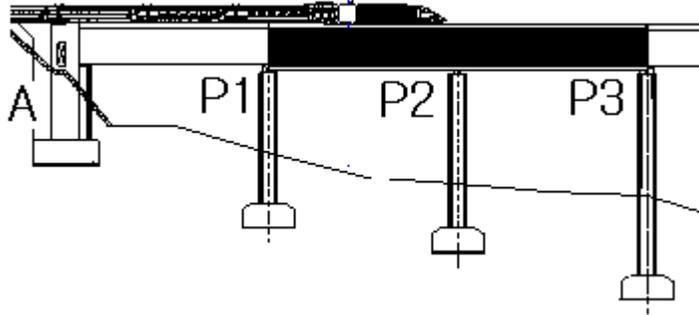


Fig. 1 The two-span continuous PSC box bridge with 40 m span

2.2 이동단의 축방향 최대수평이동거리와 발생시점

2경간 연속 PSC 박스 교량의 통과차선측 이동단 수평이동거리를 Fig. 2에 각 주행속도별로 해석된 결과를 비교하였다. 반대차선측 해석결과도 거의 일치된 결과를 얻었다. 중간 교각 P2에서 주행속도 400 km/h에서 정적해석 최대변위 3.625 mm 보다 증가된 7.176 mm로 동적 해석되었다. Table 1에서 각 주행속도별 동적최대 변위비를 나타내고 최대값이 발생하는 시점을 분석한 결과 주행속도 100 km/h와 500 km/h에서는 5%이내의 일치된 시점을 나타내고 있으나 그 이외의 속도에서는 교량중앙부에서 최대값을 나타내는 정적해석 결과와 달리 선행 또는 후행 발생하여 차량 대차의 간격과 교량의 거동이 주행속도에 따라 간섭하는 것을 알 수 있다.

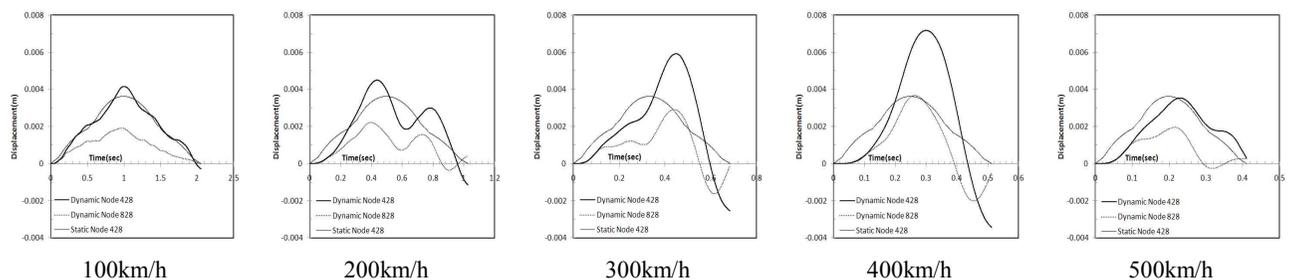


Fig. 2 Longitude displacements of bearings

Table 1 Dynamic behaviors of bearing

| Speeds (km/h) | Longitude displacement | | Peak time | | |
|---------------|------------------------|-----------|---------------|--------------|-----------|
| | Dynamic (mm) | Ratio (%) | Dynamic (sec) | Static (sec) | Ratio (%) |
| 100 | 4.155 | 114.6 | 1.000 | 0.992 | 48.7 |
| 200 | 4.501 | 124.2 | 0.436 | 0.496 | 42.5 |
| 300 | 5.920 | 163.3 | 0.448 | 0.331 | 65.6 |
| 400 | 7.176 | 198.0 | 0.300 | 0.248 | 58.5 |
| 500 | 3.540 | 97.7 | 0.410 | 0.198 | 55.9 |

2.3 지점반력

각 교각 지점의 반력을 주행속도별로 Fig. 3에 나타내었다. 지점 28계열은 통과차선측 교좌장치의 반력으로 반대차선측 교좌장치에 비하여 6배 이상의 반력이 발생하였다. 최대반력은 주행속도 300 km/h에서 834.11 kN 으로 정적해석결과 456.71 kN 에 비하여 1.791배 확대되었다.

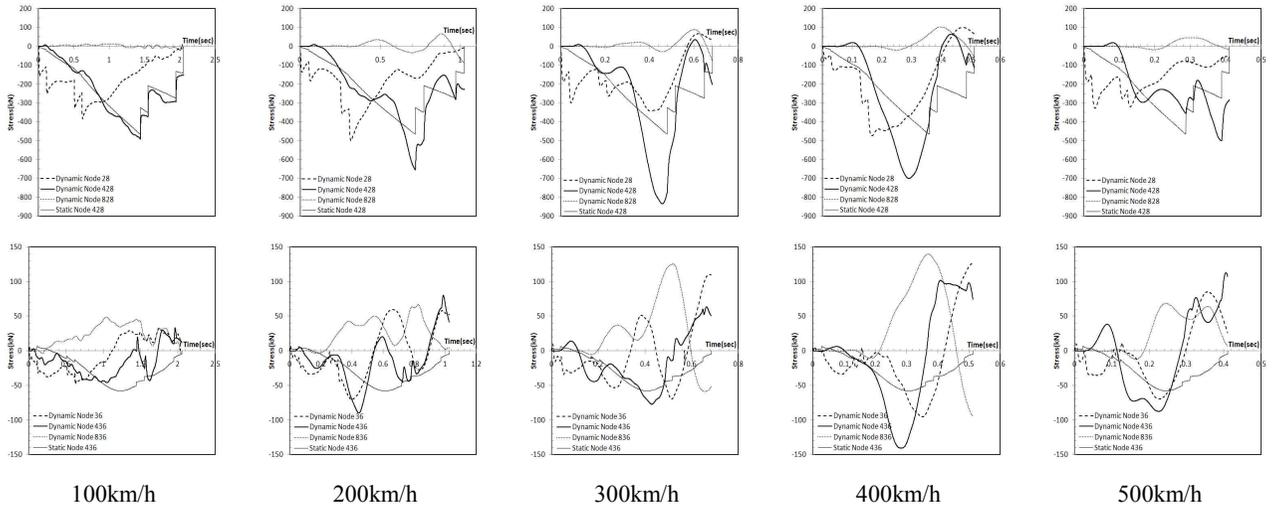


Fig. 3 Reactions of bearings

3. 결론

경부고속철 구간의 2경간 연속 PSC 박스교량을 유한요소법을 이용하여 주행속도 500 km/h까지 이동단의 수평이동거리와 수직반력을 해석하여 비교하였다. 이동단의 수평이동거리는 통과차선측과 반대측 모두 동일한 값을 얻었으며 중간 교각 P2에서 주행속도 400 km/h에서 정적해석 최대변위 3.625 mm 보다 증가된 7.176 mm로 동적 해석되어 동적확대비가 1.98로 계산되었다. 동일한 방법으로 수직반력을 해석하여 중앙 교각 통과차선측에서 주행속도 300 km/h에서 834.11 kN 으로 정적해석결과 456.71 kN 에 비하여 1.791배 확대되었다. 반대차선측 지점반력은 6배 이상 적게 발생하였다. 따라서 주행속도의 증가에 대한 동적특성에 의한 지점반력과 수평이동거리에 대한 교좌장치의 설계에 대하여 고려가 요구된다.

참고문헌

- [1] Y.W. Shim (2012) An Interface Study of Dynamic Behavior on High-Speed Train Vehicle/Track/PSC Bridge, Ph.D. Thesis, Seoul National University of Science and Technology.
- [2] S.T. Oh, Y.W. Shim, D.J. Lee (2010) Dynamic Analysis of PSC Bridge for a High Speed Railway Vehicle Using Improved 38-Degree of Freedom Model, *Journal of the Korea Concrete Institute*, 22(6), pp. 797-803.