

호남고속철도 테스트베드 구간 강성 천이구간의 안정성 검토

Study on Stability for Variation of Stiffness transition Zone of The test-bed on Honam line

윤희택*†, 박영곤*, 이지하*, 엄기영*, 김정환*

Hee Taek Yoon*†, Young Kon Park*, Gee Ha Lee*, Ki Young Eum*, Jung Hwan Kim*

Abstract Test-beds for increasing in speeds by more than 430km/h railways have been constructing in the areas connecting between Jeongeup-iksan on Honam line. The each length of the up and down line is 28km and total length is 56km. Infrastructures for Honam line basically have been built based on the design criteria for 350km/h railways, so if rails increase in speeds, the more specific studies and investigation on a track, roadbed, and bridge must be carried on. In particular, variation of stiffness transition zone known for typical weak sites such as bridge-earthwork, tunnel-earthwork, and box structure-earthwork need to be examined in stability aspects. In this study, we, the authors firstly selected parts that are filled with poor subsoil in the test-bed sections located in Honam line by considering some factors like mounding heights to study the behavior characteristics for respective running speeds. Also, we conducted dynamic analysis as reflected ground conditions with the program called for MIDAS-GTS developed at MIDAS IT Co. which is used for general finite element analysis for soil-structure, and studied displacement-elastic figures of earthwork that is adjacent to structures.

Keywords : Honam Line, Test-Bed, Stiffness Transition Zone, Increase in Speed, Stability Aspect

초 록 현재 호남고속철도 정읍~익산구간 상·하행 28km/h, 총 56km/h구간에 430km/h이상의 증속을 위한 테스트베드가 구축되고 있다. 호남고속철도는 350km/h 설계기준에 의거하여 구축되고 있어 그 이상의 증속 운행을 위해서는 궤도, 노반, 교량구조에 대한 면밀한 검토가 필요하며, 특히 대표적인 취약구간이라 할 수 있는 교량-토공, 터널-토공, 박스구조-토공 등 강성천이구간에 대한 안정성 검토가 필요하다. 본 연구에서는 호남고속철도 테스트베드구간 내의 강성천이 구간에 대하여 성토높이 등을 고려하여 대표적인 취약단면을 선정하고, 열차주행 속도 별 거동특성을 검토하였다. (주)MIDAS IT에서 개발한 지반-구조물 범용 유한요소해석 프로그램인 MIDAS-GTS를 이용하여 지반조건을 고려하여 동적해석을 수행하고, 구조물과 인접한 토공부의 탄성변위 특성을 검토하였다.

주요어 : 호남고속철도 테스트베드, 강성천이구간, 증속, 안전성

1. 서론

고속철도는 2004년 1단계 구간의 개통을 시작으로 고속철도의 차량시스템 기술은 10년간 빠르게 발전하여 고속철도의 주행속도가 점점 고속화 되고 있는 실정이다. 이러한 고속열차가 교량, 터널, 암거와 같은 구조물과 토공구간의 노반 상태가 변화하는 선로구축물 접촉부

† 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도연구본부(htyoon@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원, 고속철도연구본부

궤도의 변위가 급격히 변화되어 열차의 진동과 차량의 주행안전성 및 승차감을 저하시킨다. 따라서 본 연구에서는 열차의 속도가 증가할 경우 현행 구조물 접속부의 거동양상을 검토하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연구내용 및 범위

본 연구에서는 기존의 고속열차에 비해 주행속도가 증속 시 선로 구조물 접속부 구간의 강성차이에 의한 부등침하 발생 양상을 파악하기 위하여 호남고속철도 구간 중 테스트베드 구간에 시공된 토공-구조물 접속부 구간에 대하여 열차주행속도를 600km/h까지 증속시켰을 때 접속부의 거동양상을 수치해석으로 파악하였다. 단 열차주행하중에 따른 장기거동 특성을 분석할 경우 소성해석이 적용되어야 하나 본 연구에서는 열차주행속도에 따른 접속부의 침하경향을 파악하기 위한 것이므로 시간에 따른 열차이동하중을 고려한 동적해석을 수행하여 열차하중에 의한 구조물과 인접 토공부간의 탄성변위 특성을 검토하였다

2.2 수치해석 조건 및 검토단면 선정

2.2.1 해석모델 및 물성치

해석모델은 교량-토공, 암거-토공, 구조물-토공-구조물 접속부로 각각의 물성은 문헌 및 설계자료를 통하여 결정하였으며 접속부의 침하거동파악을 위해 원 지반은 양호한 1개의 지층으로 가정하였다. 적용된 지반 및 구조물의 물성치는 ‘Table 1’과 같다.

Table 1 Properties of matter

Classification	Young's modulus (GPa)	Unit weight (kN/m ³)	Poisson's ratio (ν)	Adhesion (kN/m ²)	Internal friction angle (Degree)
Abutment	30.0	25.0	0.2	-	-
TCL	34.0	23.0	0.2	-	-
HSB	12.9	23.0	0.2	-	-
Reinforced roadbed	0.18	20.0	0.2	-	31
Approach slab	30.0	25.0	0.2	-	-
Sub slab	0.32	21.0	0.3	29.0	31
Gravel with cement	0.32	21.0	0.3	29.0	31
Gravel	0.05	20.0	0.3	-	33
Ground	0.06	20.0	0.3	15.0	25

2.2.2 열차하중 산정

열차 이동하중은 속도대역을 4개역으로 구분하고 각 속도 대역 별 최고속도를 기준으로 차륜축간거리, 축 하중을 고려하여 열차이동에 따른 시간-하중 데이터를 생성하여 열차이동 하중을 재하 하였다.

Table 2 Applied speed

Speed	Applied speed	Note
360km/h	360km/h	KTX-Sancheon
350~430km/h	430km/h	KTX-HEMU
430~500km/h	500km/h	-
500~600km/h	600km/h	

Table 3 Standards of design for Connection

Classification		Standards for design	Review of a condition
Bridge-earthwork	Approach slab	Over 10m	10m
	Gravel stratum length	4H or 20m	25m
	Gravel with cement	1:1 slope	1:1
Box-earthwork	Roadbed with cement	10m	10m
	Gravel stratum width	3m	3m
	Gravel with cement	1:1 slope	1:1

2.2.3 구조물 접속부 처리 설계기준

구조물 접속부 처리조건은 호남고속철도 설계기준(노반편)을 준용하여 때 ‘Table 3’과 같이 적용하여 열차 속도대역 별 수치해석을 실시하여 침하 양상을 검토하였다.

2.2.4 검토단면 선정

검토단면은 호남고속철도 테스트베드 구간 내에서 성토높이가 가장 높은 개소를 선정 하였다. 단 교량-토공 접속부에서의 단면선정은 현재 접속부 구간에 계획기가 매설된 개소를 선정하여 해석결과와 향후 계획결과와의 연계성을 고려하였다. 테스트베드 구간은 2개구간 으로 구성되어 있으며, 테스트베드#1은 정읍~익산 구간으로 총 연장 28km, 테스트베드#2는 공주~익산 구간으로 총 연장 28km이다.

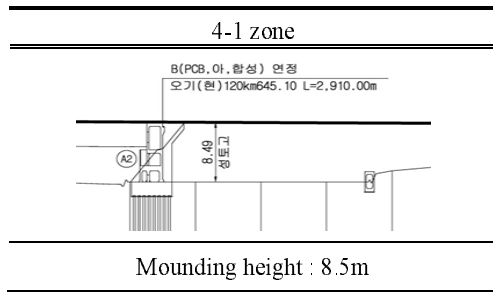


Fig. 1 Bridge-earthwork

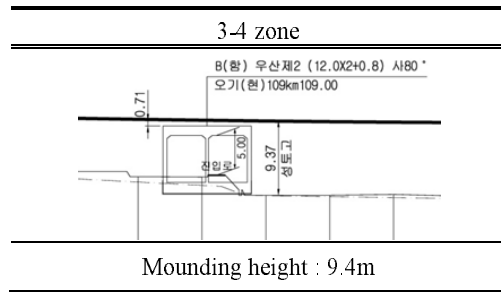


Fig. 2 Box-earthwork

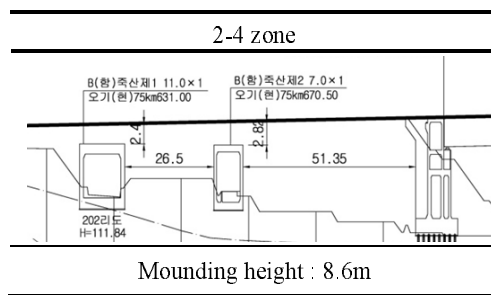


Fig. 3 Structure-earthwork-Structure

2.3 구조물 접속부 수치해석 결과

2.3.1 교량-토공

테스트베드#1구간 4-1공구의 연정교 A2에 대해 시간이력 해석을 수행한 결과 검토된 속도대역에서 허용 침하량 값을 만족하고 있으며 속도대역에 따라 어프로치 슬라브구간의 연직 침하량 차이는 작으나 일반자갈 치환부에서 침하량 차이가 점점 증가하여 600km/h 속도에서 340km/h와 비교하여 약 0.5mm 이내의 연직침하가 더 발생하는 것으로 나타났다.

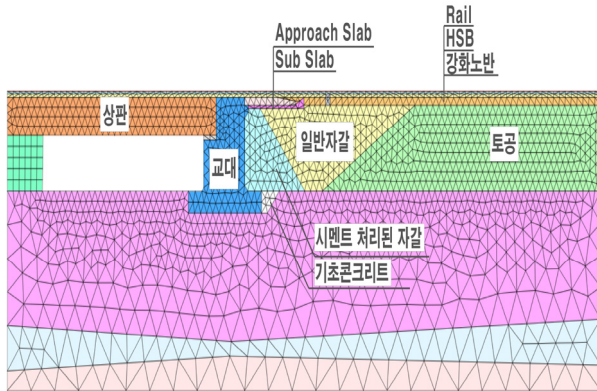


Fig. 4 Analysis Modeling of Bridge-earthwork

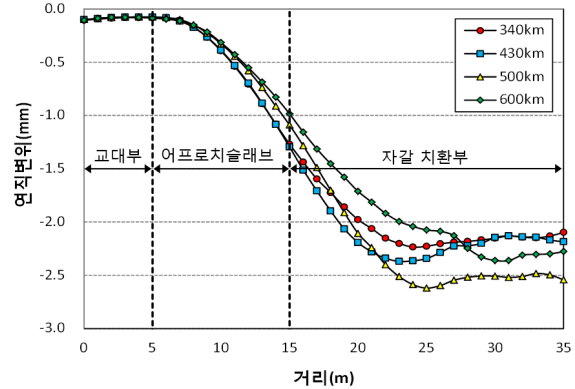


Fig. 5 Subsidence aspect of Bridge-earthwork

2.3.2 암거-토공

테스트베드#1구간 B(함) 우산제2 암거-토공 접속부에 대해 시간이력 해석을 수행한 결과, 검토된 속도대역에서 허용 침하량 값을 만족하고 있으나 교대-토공 접속부에 비해 암거를 통과하는 순간 어프로치 블록구간에서 급격히 연직 침하가 발생하며 일반자갈 구간에서 탄성침하가 다소 감소하는 것으로 나타났다.

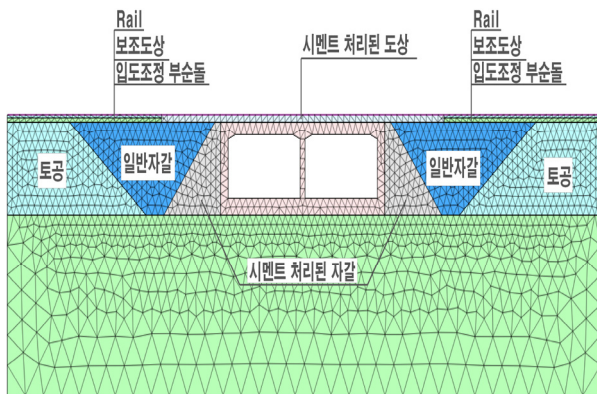


Fig. 6 Analysis Modeling of Box-earthwork

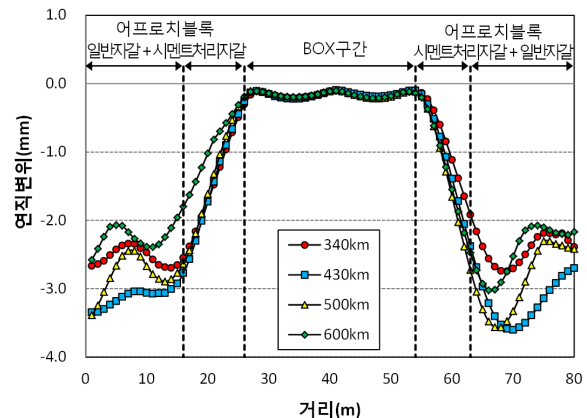


Fig. 7 Subsidence aspect of Box-earthwork

2.3.3 구조물-토공-구조물

구조물이 연속적으로 계획된 테스트베드#2구간 B(함) 죽산제1~중리교 구간의 구조물 접속 구간에 대해 시간이력 해석을 수행한 결과, 암거와 암거 사이의 토공구간에서 침하가 급격히 증가하나 어프로치 블록의 설치로 인해 1.5mm내외의 침하량이 발생하며, 각 속도대역에서의 연직 침하량 차이는 미미한 것으로 나타났다.

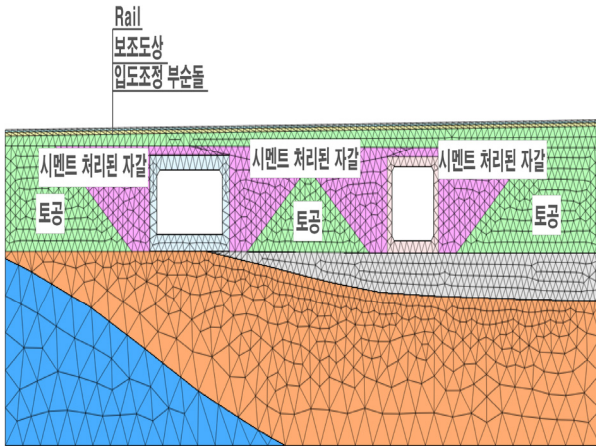


Fig. 8 Analysis Modeling of Box-earthwork

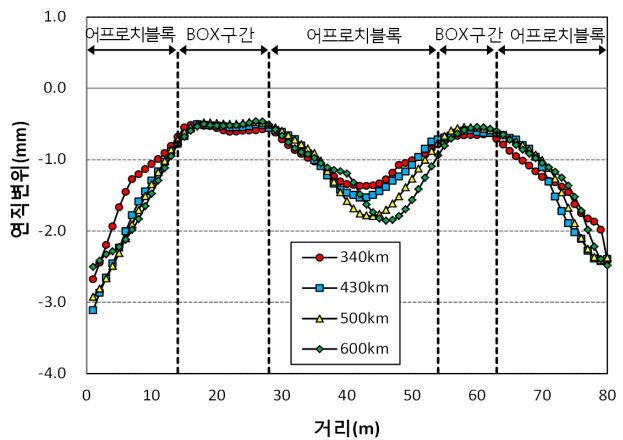


Fig. 9 Subsidence aspect of Box-earthwork

3. 결론

(1) 교량-토공구간인 테스트베드#1구간 4-1공구의 연정교 A2에 대해 수치해석을 수행한 결과, 검토된 속도대역에서 허용 침하량 값을 만족하였으며 일반자갈 치환부에서 340km/h와 비교하여 600km/h 속도일때 약 0.5mm 이내의 연직침하가 더 발생하였다.

(2) 암거-토공구간인 테스트베드#1구간 B(함) 우산제2 암거-토공 접속부에 대해 수치해석을 수행한 결과, 교량-토공구간과 같이 허용 침하량 값을 만족하였으나 암거를 통과하는 순간 어프로치 블록구간에서 연직 침하가 약간 증가하였다.

(3) 구조물-토공-구조물구간인 테스트베드#2구간 B(함) 죽산제1~중리교 구간의 수치해석을 수행한 결과, 암거와 암거 사이의 토공구간에서 침하가 허용범위 이내에서 증가함을 나타내었다.

후 기

이 논문은 국토교통부에서 지원한 “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발” 과제의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발”, 3차년도 보고서, 한국철도기술연구원
- [2] “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발”, Test-bed 실행계획보고서, 한국철도기술연구원