

단선교량 상부구조 개선을 통한 교량상부 폭원 최적화 산정방안 연구

Study about improvement of single track superstructure for optimization of bridge top's width

임향섭*, 전병흔*, 이진옥*, 임남형†

Hang-seob Im*, Byeong-heun Jeon*, Chin-Ok Lee*, Nam-Hyoung Lim†

Abstract Single track of railway bridge is not built for link of a high validity area. When company build a general railway nowadays, bridge is more expansive than earthwork or tunnel. Accordingly determine factor for upper bridge's width, which is Clearance for Rolling Stock Moving Dimensions and Construction Gauge or Rolling, pedestrian passage, dry-type gauge and train wind distribute for suggest of the best upper bridge's width. After Study about improvement of single track superstructure for optimization of bridge top's width When a skill of bridge and railway is developed, we can easily adopted to reduce of upper bridge of railway bridge for economy of obtaining with safety of train service and pedestrains

Keywords : single track superstructure, upper bridge's width

초 록 철도교의 단선 부설은 타당성이 낮은 구간에 교통편의 제공을 위하여 부설되는 경우가 대부분이며, 일반철도 건설공사 시행시 교량에 투입되는 공사비가 터널 및 토공에 비하여 상대적으로 높은 것이 현실이다. 이에 따라 교량상부 폭원의 최적화 방안 검토를 위하여, 상부폭원 결정인자인 건축한계, 차량한계, 보행자 통로, 전철주 건식 제이지는 물론 열차풍에 대한 검토를 통하여 최적의 단선철도교량 상부폭원을 제시하고자 한다. 아울러 장래 동력 공급장치의 개선 및 케이블 포설, 유지보수등의 기술발전으로 장래 추가로 교량상부 폭원의 감소가 가능한 경우를 대비하여 안전성 확보를 전제로 경제성을 고려한 교량상부폭원의 최적화 검토를 시행하였다

주요어 : 장대레일, 부가축응력, 궤도-교량 종방향 상호작용

1. 서 론

철도교량의 경우 도로 교량과 달리 매우 크고 복잡한 특성을 가진 다양한 하중과 일정 주기의 진동이 구조물에 전달됨에 따라 동적 거동이 유발됨은 물론 고속화에 따른 열차 풍압등으로 인한 유지보수자의 안전확보 또한 교량설계에 반영되어야 한다. 이러한 고려사항을 토대로 상부구조 결정인자들을 면밀히 검토하여 경제성 및 안전성이 확보된 최적의 단선교량 상부폭원을 산정하여 토공과 터널에 비하여 고가의 공사비로 건설되는 교량의 경제성 확보를 통하여 저개발 지역의 철도교통 편의 증진을 위한 철도건설이 앞당겨 졌으면 한다. 이번 연구에서는 단선철도 교량 상부 폭원의 적정성에 대한 구조안전성 및 유지보수요원의 안전등을 면밀히 검토하여 교량상부폭원의 적정성을 검증하고 안전한 철도건설을 기반으로한 최적의 교량상부폭원 결정방안에 제시하고자 한다.

† 교신저자: 충남대학교 공과대학 토목공학과(nhr im@cnu.ac.kr)

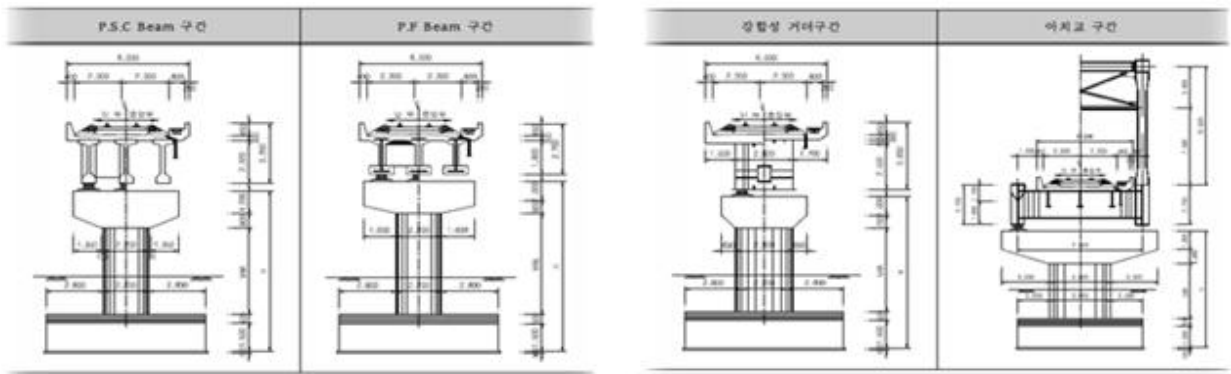
* 충남대학교 공과대학 토목공학과

2. 단선교량 상부폭원 산정기준 적정성 검토

2.1 상부구조 결정 필요성

철도 교량의상부폭원의 결정은 차량한계, 안전거리, 유지보수차 및 비상대피상황 발생시 보도폭을 고려하여 시공기면을 결정하며, 현재 설계 속도 200km/h로 건설중인 국내 단선교량의 경우 시공기면 2.3m 및 교량상부 폭원 6.0m를 적용하고 있으며 이에 대한 적정 시공기면 폭에 대한 적정성 검토를 통한 최적의 폭원 결정이 필요할 것으로 판단된다.

Figure 2.1 단선교량 표준단면



2.2 교량상부 폭원 결정인자 및 인자별 특성

교량상부 폭원의 결정인자는 위에서 간단히 설명한 바와 같이 철도건설법 제19조(철도의 건설기준)에 의거 수립된 철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정, 철도설계기준, 철도설계지침 및 편람등을 기초로 건축한계, 차량한계, 보행자통로, 곡선구간 캔트, 전철주 건식 게이지, 열차풍 등 시설물 설치기준을 만족하여야 한다.

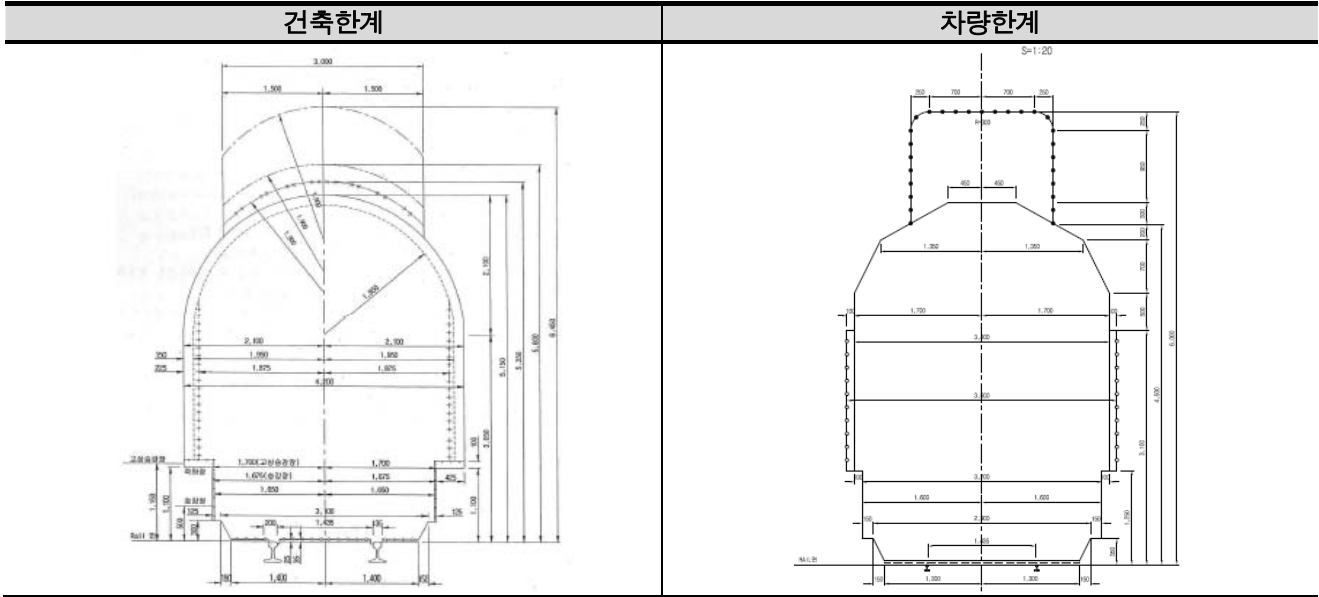
철도건설규칙 및 철도의 건설기준에 관한 규정에 따르면 건축한계는 차량이 안전하게 운행될 수 있도록 궤도상에 설정한 일정한 공간을 말하며 건축한계 내에는 건물이나 그 밖의 구조물을 설치하여서는 아니되며, 가공전차선 및 그 현수장치와 선로 보수등의 작업에 필요한 일시적인 시설로서 열차 및 차량운행에 지장이 없는 경우에는 그러하지 아니함을 원칙으로 하고, 곡선구간의 건축한계는 캔트 및 슬랙 등을 고려하여 확대하여야 하며, 캔트의 크기에 따라 경사시켜야 한다.

Table 2.1 곡선에 따른 확대량 및 캔트/슬랙에 따른 편기량

검토항목	산정기준	비고
곡선에 따른 확대량	$W = \frac{50,000}{R}$ (전기동차전용선인경우 $W = \frac{24,000}{R}$)	W : 선로중심에서 좌우측으로의 확대량(mm) R : 곡선반경(m)
캔트 슬랙에 따른 편기량	곡선 내측 편기량 $A = 24C + S$ 곡선 외측 편기량 $B = 0.8C$	A : 곡선 내측 편기량(mm) B : 곡선 외측 편기량(mm) C : 설정캔트 S : 슬랙(mm)

차량한계는 철도차량의 안전을 확보하기 위하여 궤도 위에 정지된 상태에서 측정한 철도차량의 길이/너비 및 높이의 한계를 말하는 것으로 교량상 차량한계 내 구조물 설치 또는 보행자 통로등 일체의 시설을 설치하여서는 안된다.

Figure 2.2 건축한계 및 차량한계 일반도



보행자 통로폭은 유지보수원 및 비상상황시 승객의 대피유도를 목적으로 통로폭을 확보하며, 철도시설안전세부기준에 의거 통로폭을 0.7m 확보하여 설계를 시행하고 있는 실정이며, 250km/h이하의 준고속철도 운행시 열차풍 안전거리는 0.68m이며, 해당거리 이격시 열차운행속도가 200km/h일 경우 15m/s이하의 열차풍이 작용하는 것으로 검토되고 있다.

현존하는 국내외 기술로 200km/h 이상의 속도로 열차를 운행하기 위해서는 전철화가 필수조건이며, 열차에 전기를 공급하는 주전원을 연결하는 방식 중 준고속열차의 원활한 운영을 위하여는 전철주 설치를 통한 가공 전차선 부설이 필요하다. 전기공급을 위한 전철주 기초 위치는 교량 상부 외벽에 추가로 설치하고 있으며 전철주의 건식과 설계는 철도설계지침 및 편람(KR Code TR E-03080(전철주의 건식과 설계)에 따라 표준 3.0m 이상을 확보하도록 최소기준을 정하고 있는 실정이다.

2.3 교량상부 폭원 적정성 검토

건축한계 및 차량한계에 따른 상부폭원 적정성을 검토를 위하여 직선구간 및 곡선구간 캔트를 고려하여 열차운행시 교량상부에 고정되어있는 시설물의 저축여부 및 보행자 통로폭 확보에 대한 적정성을 다음과 같이 검토하였다.

Figure 2.3 건축한계 및 차량한계 저축여부 검토

직선구간	곡선구간 (최대설정궤간 160mm)		
	건축한계	차량한계(보도쪽)	차량한계(외측)
건축한계 만족 시공기면 폭 2.1m 적용가능	보행자 통로가 건축한계에는 저축되나 차량한계에는 139mm 여유 보행자 통로는 영구구조물의 미설치로 통로폭 시공기면 2.1m 가능		방음벽 설치시 차량한계 범위내 71mm 저축되어 축소가 어려움

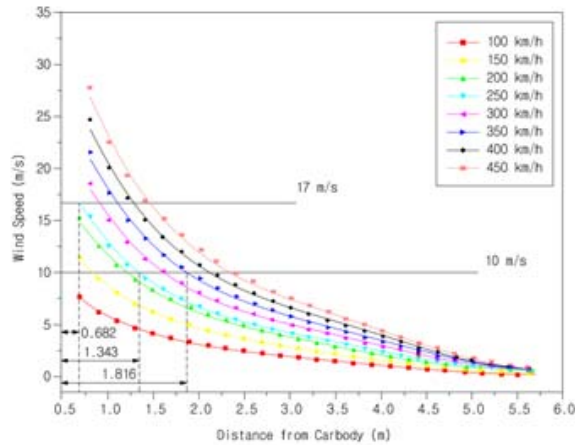
전철주 건식 게이지 등 교량구조물내 설치되는 각종 영구시설물의 저축여부 및 보행자의 열차풍에 대한 안전성 검토 결과는 현재 설계 및 시공되고 있는 시설물의 설치기준 및 철도경쟁력 강화용역시 검토되었던 풍하중의 영향등을 참고하여 다음과 같이 검토하였다.

Figure 2.4 건축한계 및 차량한계 저축여부 검토

직선구간	시스템 분야 시설물 설치 가능여부 검토		
	전력분야	통신분야	신호분야
전철주 건식 게이지 3.5m 이내 설치가능	공동구내 전력 케이블 부설 가능	공동구내 케이블 트레이 설치등 으로 케이블 분리설치 가능	전철주 취부형 신호기 설치 및 공동구내 신호케이블 부설 가능

열차풍에 대하여는 한국철도기술연구원 및 대한토목학회등에서 공동 연구를 시행한 철도건설 경쟁력 강화를 위한 연구용역에 따르면 일본 신간선 기준인 17m/s의 열차풍 안전거리를 준용하고 있으며, 250km/h이하의 준고속철도 운행시 열차풍 안전거리는 0.68m이며, 해당거리 이격시 열차운행속도가 200km/h일 경우 15m/s이하의 열차풍이 작용하는 것으로 검토되었다.

Figure 2.4 열차운행속도별 열차풍 발생현황

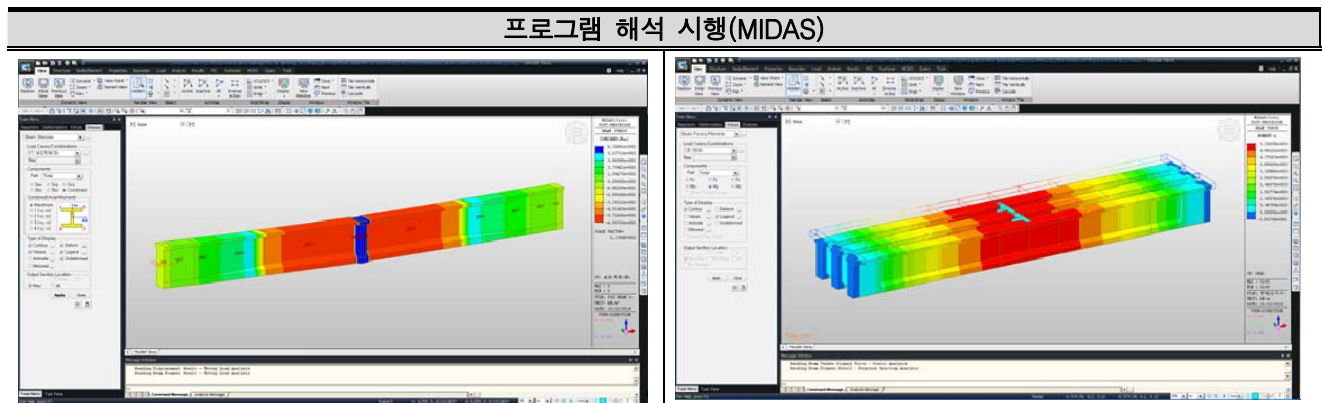


위의 기하구조 검토결과를 토대로 구조해석을 통한 단면축소로 인한 구조안전성 검토를 다음과 같이 시행하였다.

Table 2.1 슬래브 폭에 따른 구조안전성 검토 결과

구 분	슬래브폭 5.9m			슬래브폭 5.7m			슬래브폭 5.5m		
	바닥판	거더상연	거더하연	바닥판	거더상연	거더하연	바닥판	거더상연	거더하연
발생응력	5.24	5.03	2.33	5.26	6.16	2.77	5.28	6.08	2.82
허용응력	10.80	16.00	0.00	10.80	16.00	0.00	10.80	16.00	0.00
판 정	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K
검토결과	·시공기면 폭을 양측으로 줄였을 경우 (B=5.5m), 자갈막이 축으로만 줄였을 경우(B=5.7m) 모두 구조안전성 확보함								

Figure 2.5 슬래브 폭 5.7m 구조해석 결과



3. 결 론

본 연구에서는 국내 단선 철도교량의 상부폭원 기하구조를 분석하여 단선철도교 최적의 상부폭원을 연구, 분석하였으며 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 1) 현재 적용하고 있는 교량 시공기면 폭(2,300mm)을 200mm 축소하여도 기하구조 및 구조안전성 확보가 가능하나 방음벽 설치시 외측부 건축한계에 영향을 초래한다.
- 2) 전 구간에 보편적으로 적용이 가능하며 향후 철도 인근의 개발사업등 현장여건변경에 탄력적으로 대응하기 위한 최적의 상부폭원은 5.7m가 적정한 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 철도건설규칙
- [2] 철도의 건설기준에 관한 규정
- [3] 철도설계기준
- [4] 철도설계지침 및 편람