

도로교 설계 기준을 적용한 초간편 H-형강 교량 최적 단면 제안

김재흥*, 박종섭*, 이선호**
*상명대학교 토목환경공학부
**(주)석탑엔지니어링

e-mail : gmddl3@lycos.co.kr, jonpark@smu.ac.kr

A Study on Standard Section of Simplified Composite Steel I-Beam Bridge Based on KRTA Design Specifications

Jae Heung Kim*, Jong Sup Park*, Son Ho Lee**

*Dept of Civil & Environmental Engineering, Sangmyung University

**SOKTOP Engineering

요 약

본 연구에서는 도로교 설계 기준 바탕으로 H-형강을 사용하여 20~30m 사이의 지간장을 가진 중·소규모 교량에 적용이 가능한 초간편 교량에 사용될 최적 H-형강 선정에 대한 설계 방법을 제시하고 있다. 본 연구는 구조적 안정성을 확보하고, 가로보를 생략한 단순구조를 갖으며, 도로교 설계 기준을 적용한 초간편 H-형강 교량의 경제적이고 합리적인 설계의 방법을 제공 하고 있다.

1. 서론

일반적으로 PSC Beam 교량들은 여러 단계를 거쳐 시공한다. 그러나 기상 현상에 의한 파괴와 교량의 낙후로 인해 유지, 보수, 교체 또는 교량확장을 해야 하는 경우 교통 혼잡과 경제적 손실을 방지하기 위해 신속한 시공을 필요로 한다. 이에 시공성을 향상시키기 위해 H-형강을 사용하여 단경간, 2경간 또는 길이에 따른 Built-up 주형을 표준화 시키면 보다 신속한 시공을 할 수 있다.

건설교통부의 통계자료에 의하면 1900년대 이후에서 2005년까지 완공된 도로교의 수는 총 22,378개소(연장 19966.7)에 달하며 이 중 지간장 21m~30m 사이의 교량은 3,295개소(연장 406.5km, 20.7%)이다. 특히 2000년 이후에 건설된 총 5943개소의 교량에 대해 지간장 21m~30m 사이의 교량은 1437개소이며 전체연장대비 26.7%로 나타나 현재도 가장 많이 건설되고 있는 것으로 나타났다.

소규모 교량 중 지간장 20m를 포함하는 20m~30m 사이의 지간장을 가지는 교량에 대해 형식별 시공된 교량현황을 보면 PSC Beam 교량 (IPC 포함, 72.2%)이 가장 많이 적용된 것으로 나타났으며 특히 2000

년도 이후 시공 완료된 교량의 경우 PSC Beam 교량이 81.4%로 한가지 형식에 대한 집중도가 상당히 높은 것으로 나타났다. 이러한 형식편중은 선택의 폭을 좁게 하여 결과적으로 비효율적인 교량이 설계되는 결과를 초래하고 있다. 이와 같은 저조한 강교량 형식의 적용은 30% 이상을 강교량으로 시공하는 선진국과 대비해서도 시공 및 구조 효율성의 개선이 필요하다.(박정웅 등, 2007) 이에 강교량의 시공에 적합한 최적단면에 대한 검토가 필요하다.

최적단면을 선정하기 위해서는 새로운 설계기술과 시공방법들이 개발되어야 한다. 국내에 압연형강을 적용하여 Built-up 주형으로 보강재 및 브레이싱을 감소시켜 교량을 제작의 단순화, 설계의 합리화된 연구 수행 결과가 보고되고 있다. (이재혁 등, 2002)

본 연구는 도로교 설계기준(2004)을 적용하여 최적화 H-형강 거더가 사용되는 직선 합성거더 교량의 건설 및 유지보수가 간편하고 경제적으로 적용 가능한 설계 및 시공방법을 해석적, 분석적으로 개발하여 최적 단면을 산정하는 설계 방법을 제안하고자 한다.

본 논문은 대표 형강으로 H-800x300x14x26beam

을 사용하여 경간장 25m, 25m+25m, 25m+25m+25m에서의 설계 계산서를 작성하여 도로교 설계기준(2004)을 바탕으로 설계 조건 및 설계 단계에 적용하여 최적화 H-형강의 선택 과정을 기술 하였다. 최종적으로 작성된 계산서로 각 형강 마다 적용하여 경간장에 따른 최적단면을 판별하여 결론을 기술하였다.

2. 설계 조건

교량의 경간장이 20m, 25m, 30m일 때 각 교량에 최적 H-형강 거더를 선정하기위해 다음과 같은 설계조건을 적용하였다.

표 1. 교량형식

Composite Steel I-Beam Bridge			
폭원	7.9m	사각	90°
콘크리트 28일 강도	$f_{ck} = 27\text{MPa}$		
철근(SM520) 강도	$f_y = 400\text{MPa}$		
콘크리트 단위중량	25kN/m ³		
강재 단위중량	78.5kN/m ³		
아스팔트 단위중량	23kN/m ³		

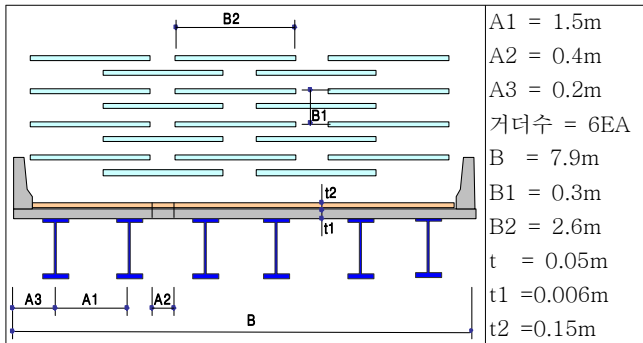


그림 1. 설계 단면 가정

위의 설계 단면에 도로교 설계기준(2004)을 적용하여 다음의 강재들로 교량 경간장 최적화를 위한 H-형강 거더의 강재를 선정하는 반복과정을 수행하였다.

표 2. H-형강 제원

종류	A(m ²)	W(kN/m)	I(m ⁴)
H-700	0.02355	1.849	0.00201
H-800	0.02674	2.099	0.00292
H-900	0.03058	2.401	0.00404
H-912	0.03601	2.827	0.00491
H-1000	0.03492	2.741	0.00548

3. 설계 하중

교량에 작용하는 고정하중과 활하중의 설계하중 값은 다음과 같이 구한다. 고정하중은 각 재료의 단

위하중이 경간장과 설계 조건에 따라 적용된다. 활하중은 설계 차로에 작용하는 DB-24, DL-24를 범용구조해석프로그램MIDAS를 이용하여 적용하였다. 활하중에 작용하는 충격계수 값은 도로교 설계기준(2004)의 식을 적용하였다.

$$I = \frac{15}{40 + L} \leq 0.3 \quad (1)$$

활하중에 의한 단면력을 구하기 위해서 활하중으로 인한 교량 각 거더에 작용하는 하중을 알아야 한다. 횡분배에 사용된 계수는 다음과 같이 경험적인 Lever rule로 산정하였다.

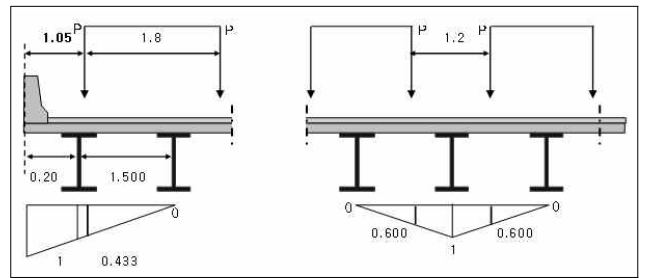


그림 2. Lever rule로 산정한 횡분배 계수

표 3. 횡분배 계수

	외측거더	내측거더
횡분배 계수	0.433P	1.2P

※P=차량하중

표 4. 경간장 25m일 때의 설계하중(H-800 적용)

구분	고정하중(kN/m)		활하중(kN)	
	합성전	합성후	전륜하중	후륜하중
외측거더	6.503	5.088	12.813	51.253
내측거더	9.22	1.725	35.510	142.042

4. 초간편 교량 단면 결정

본 연구는 도로교 설계기준(2004)을 바탕으로 반복 계산을 실시하여 최적 단면을 판별하였다. 다음 그림의 지점에서 허용응력과 작용응력을 비교하였다.

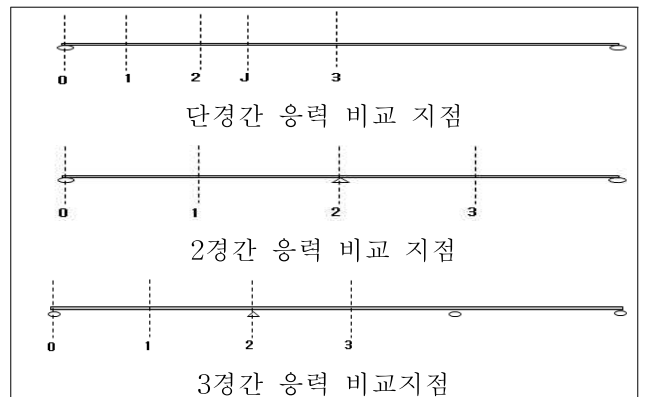


그림 3. 응력비교지점

4.1 단경간

단경간에서 설계하중이 가장 큰 지점은 3번 지점으로 고정하중과 활하중 값이 가장 크게 작용하고, 또한 H-형강 응력이 가장 크게 나타난다.

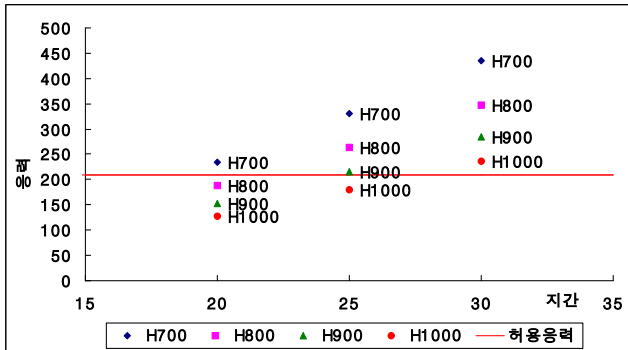


그림 4. 단경간 허용응력 비교

응력이 가장 크게 작용한 L=30m의 H700형강의 내부 응력은 다음과 같다.

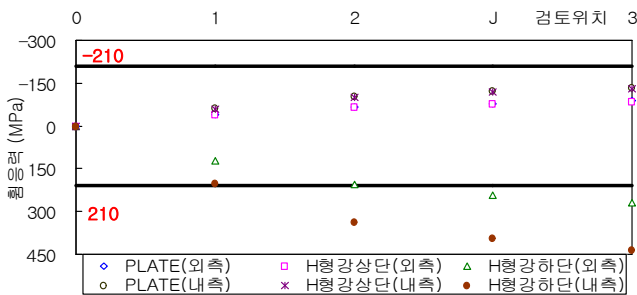


그림 5. L=30m 발생 응력(H-700 적용)

4.2 2경간 연속(등지간)

일반적으로 2경간 연속교의 경우 부모멘트부에서 모멘트가 크게 발생하지만 등지간 연속교의 경우 부모멘트는 크게 발생하지 않았다. 응력비교 지점 1번 지점에서 가장 큰 응력이 발생 하였고 H-형강 하단 부분에서 외측거더, 내측거더 부분 모두 큰 응력이 발생하였다.

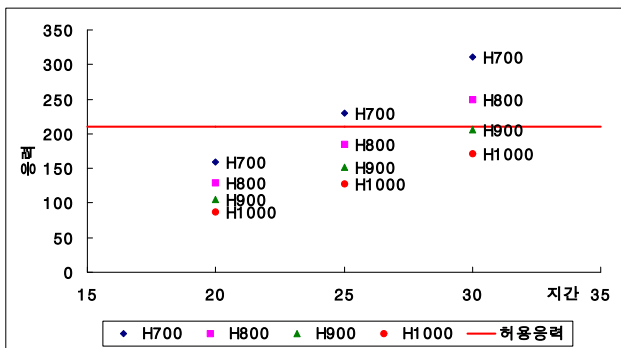


그림 6. 2경간 연속교 허용응력 비교

응력이 가장 크게 작용한 L=30m+30m의 H700형강의 내부 응력은 다음과 같다.

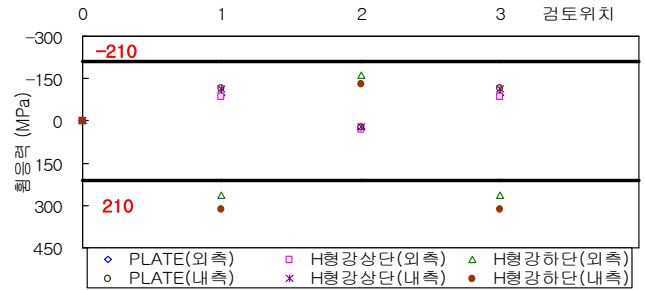


그림 7. L=30m+30m 발생 응력(H-800 적용)

5. 결론

본 연구에서는 도로교 설계기준(2004)을 적용하여 20m~30m 경간의 교량에서 경제적이고 간편한 시공이 가능한 H-형강 교량의 최적 단면 선정에 관한 연구를 수행하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

표 5. H-형강 계산 결과

구분	지간(m)	H700x300	H800x300	H900x300	H912x302	H1000x300
단순교	20	X	O	O	O	O
	25	X	X	X	O	O
	30	X	X	X	X	X
2경간 연속교	20+20	O	O	O	O	O
	25+25	X	O	O	O	O
	30+30	X	X	O	O	O
3경간 연속교	20+20+20	O	O	O	O	O
	25+25+25	X	O	O	O	O
	30+30+30	X	X	O	O	O

최종적으로 위의 표와 같이 지간길이에 적합한 형강을 이용하여 경제적, 일체식 교량을 최적으로 설계할 수 있다.

참고문헌

- [1] 박정웅, 이선호, 윤기용, 박종섭, 김상섭, "H형강을 이용한 초간편 장지간 강합성 교량 개발에 관한 기초연구", 한국강구조학회 2007년도 학술발표대회 논문집, pp758~763.
- [2] 한국도로교통협회, "도로교 설계기준", 건설교통부, 2004.
- [3] 이재혁, 김성태, 윤태양, 은성운, "압연형강을 이용한 단경간 강교량 설계표준화", 한국강구조학회 2002년 3월 한국강구조학회지, pp77~82.
- [4] MIDAS CIVIL2006 Integrated Solution System for Bridge and Civil structures Ver.200