

철근콘크리트 라멘교 설계의 신뢰도 분석

Reliability Analysis of RC Rahmen Bridge Design

백인열* 김기준** 황철성***

Paik, In Yeol Kim, Kee Jun Hwang, Chul Sung

ABSTRACT

Reliability analysis of the design of reinforced concrete rahmen bridge is performed. Statistical properties for loads and resistances are taken into account in the analysis and the reliability indices are calculated for strength limit state of the current bridge design specification. Results are presented and discussed for different span lengths and wall heights.

1. 서론

철근콘크리트 라멘 교량의 설계에 대한 신뢰도 지수를 구하는 연구를 수행한다. 이 연구에서 선택한 교량 형식인 라멘교량은 현재 국내에서 공용중인 교량 중에서 슬래브교에 이어 두번째로 많은 교량 형식이다.¹⁾ 이 연구에서는 구조물을 구성하는 철근콘크리트 재료와 구조물에 작용하는 주된 설계하중인 차량하중의 통계적 특성을 고려하여 현 설계기준에 따른 휨 설계에 있어서의 강도한계상태에 대한 신뢰도 지수를 구한다. 신뢰도 분석 방법은 Rackwitz-Fiessler 방법을 사용하고 통계적 특성치는 문헌의 자료를 사용한다. 교량 지간에 따른 설계 휨모멘트의 변화, 철근면적의 변화, 휨강도에 대한 신뢰도 지수 등을 구하고 결과를 분석한다.

2. 라멘교 설계

대상 교량은 지간이 10m~25m, 벽체 높이는 4m, 8m로 하고, 슬래브 및 벽체 두께는 도로교설계기준(2000)²⁾의 상부구조물 처짐제한을 위하여 제시한 부재의 최소두께($t=1.2(L+3)/30$)를 사용하여 산출한다.³⁾ 그림 1에 지간별 슬래브 및 벽체의 제원이 나타나 있다.

교량에 가해지는 하중으로는 고정하중, 도로교설계기준에 정의된 DB-24 활하중, 토압만을 고려한다. 지간 15m, 벽체 높이 8m의 라멘 교량을 대상으로 하여, 구조해석 시 교량의 유한요소 모델링에 고정하중, 활하중 및 토압이 작용하는 경우를 그림 2에 표시하였다.

해석에 의하여 단면에 작용하는 계수 휨모멘트 및 철근량을 산출하였으며 그 결과는 그림 3, 그림 4에 나타내었다. 그림 3에서 보듯이 벽체 높이 4m의 벽체가 8m의 벽체보다 계수 휨 모멘트가 크고, 반

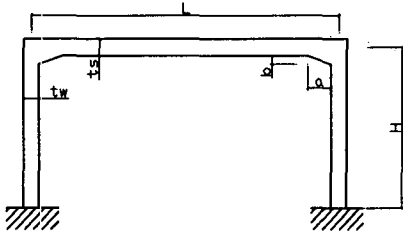
*정회원, 경원대학교 토목환경공학과 부교수

**경원대학교 토목환경공학과 석사과정

***경원대학교 토목환경공학과 교수

대로 벽체 높이 8m의 슬래브가 4m의 슬래브보다 계수 휨 모멘트가 크다. 즉, 벽체의 높이가 높아질수록 슬래브의 계수 휨 모멘트는 증가하고, 벽체의 계수 휨 모멘트는 감소한다는 것을 알 수 있다.

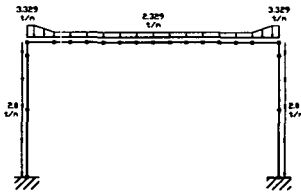
휨 모멘트에 딱 맞춘 강도를 제공하는 철근량을 구하였다(그림 4). 이때의 철근비를 계산하여 도시하면 그림 5와 같다. 이 그림에서 보면 철근비가 최소철근비에 매우 가까운 값을 알 수 있다.



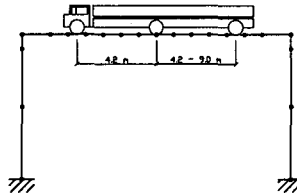
(단위 : m)

지간	H	ts	tw	a	b
10	8	4	0.6	0.9	0.3
15	8	4	0.8	1.2	0.4
20	8	4	1.0	1.2	0.4
25	8	4	1.2	1.2	0.4

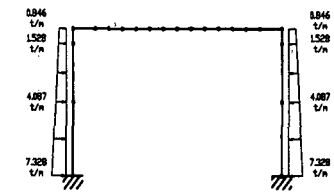
그림 1. 슬래브 및 벽체 제원



고정하중



활하중



도압

그림 2. 모델링 및 작용하중

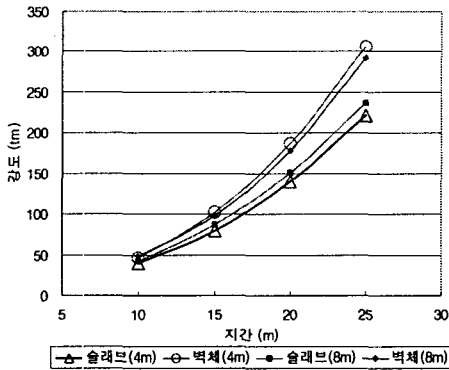


그림 3. 지간별 계수 휨 모멘트도

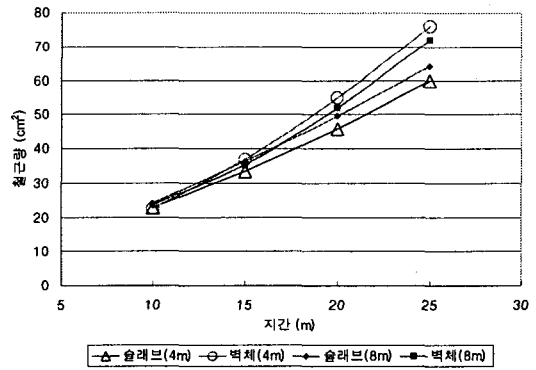


그림 4. 지간별 철근량

3. 신뢰도 지수

강도 한계상태는 단면의 저항강도 M_n 과 RC라멘 고정하중, 아스팔트 고정하중, 활하중(DB24) 및 도압에 의한 모멘트인 M_D , M_{DW} , M_L , M_H 의 차이로 정의한다.

$$g = M_n - M_D - M_{DW} - M_L - M_H \quad (1)$$

이 연구에서는 RC라멘의 저항강도, 고정하중 및 활하중은 표 1과 같은 Nowak 등⁴⁾의 자료를 사용하여 통계적 변수로 취급하였고, 상대적으로 값이 작은 도압은 상수로 가정하였다. 이 연구에서는 Rackwitz-Fiessler의 반복수행 방법⁴⁾을 이용하여 신뢰도 지수를 계산하였다.

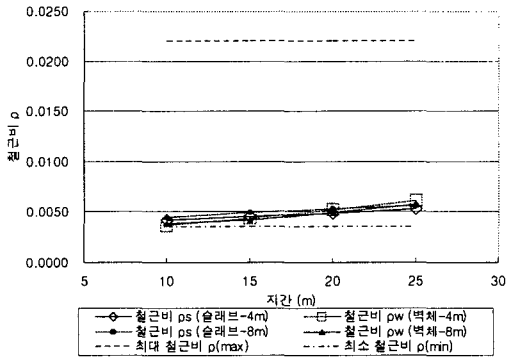


그림 5. 라멘교의 시간별 철근비

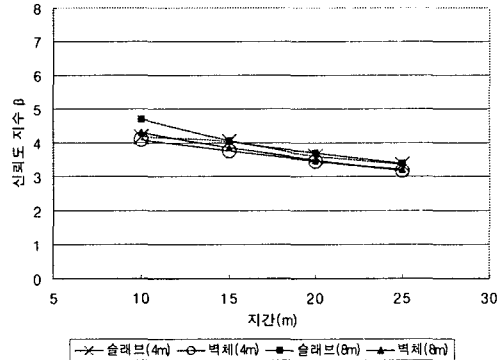


그림 6. RC 라멘교의 신뢰도 지수

표 1. 신뢰도 지수 산정에 사용한 통계 데이터⁴⁾

	저항강도 M_n	슬래브 M_D	아스팔트 M_{DW}	활하중 M_L
평균계수 (λ)	1.14	1.05	1.00	1.00
변동계수 (V)	0.13	0.10	0.25	0.18
분포	로그정규분포	정규분포	정규분포	정규분포

그림 6에 시간과 벽체 높이를 달리한 경우에 대한 라멘교의 신뢰도 지수를 도시하였으며, 이 그림으로부터 전체적으로 국내 도로교설계기준에 따른 라멘교의 신뢰도지수가 3~5인 것을 알 수 있다.

4. 결론

국내 도로교설계기준에 의하여 설계된 철근콘크리트 라멘교량에 대하여 강도한계상태의 휨에 대한 신뢰도를 구하는 연구를 수행하였다. 고려한 시간 범위 및 벽체 높이에 있어서 신뢰도지수가 3~5로서 다른 형식의 교량에 비하여 비교적 작은 값을 주고 있다. 앞으로 신뢰도에 기반한 설계기준 작성을 위한 기초자료로 사용할 수 있도록 보다 심도 있는 분석이 필요하다.

감사의 글

이 연구는 서울대학교 교량설계핵심기술연구단을 통한 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업 지원금에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박기태, "전국 교량 현황 분석", 대한토목학회지, 제53권 제5호, 2005, pp. 129~134.
2. 건설교통부, 도로교설계기준, 2000.
3. 한국도로공사, 도로설계실무편람, 1996.
4. Nowak, A. S. and Collins, K. R., *Reliability of Structures*, McGraw-Hill, 2000.