

사장교 케이블의 신뢰도기반 설계기준 산정

Reliability-based Code Calibration for cable member of cable stayed bridge

이호현 * · 이승한 ** · 이해성 ***

Lee, Ho Hyun · Lee, Seung Han · Lee, Hae Sung

케이블 부재는 일반교량에서 흔히 쓰이지 않는 특수부재로 그 특성을 반영한 설계기준을 작성할 필요성이 있다. 이 논문에서는 기존사장교의 케이블을 대상으로 도로교설계기준(한계상태설계법)-케이블교량편의 극한한계상태 I에 대한 신뢰도평가를 수행하고 이를 바탕으로 목표신뢰도지수 및 이를 만족하기 위한 저항계수를 도출하는 방법을 제시하였다. 실제 설계기준에서는 제시한 방법론을 적용하여 도출한 저항계수를 바탕으로 추가적인 고려사항들을 반영하여 적절한 저항계수를 설정할 수 있다.

핵심용어 : 케이블교량, 하중-저항계수설계법, 신뢰도 평가, 목표신뢰도지수, 저항계수, 저항수정계수

1. 서론

케이블 부재는 일반적인 교량에서 흔히 쓰이지 않는 특수부재로 일반적인 부재와는 달리 기본적으로 비선형성을 보인다. 따라서 케이블 부재의 설계를 위해서는 그 특성을 반영한 설계기준이 필요하다. 그러나 국내외의 설계기준 중에서 케이블 부재에 신뢰도기반 하중-저항계수설계법을 적용하여 설계하기 위한 기준은 PTI의 설계규정(2012) 외에는 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 국내의 사장교에 대한 신뢰도해석 결과를 바탕으로 사장교 케이블의 신뢰도기반 설계를 위한 설계기준 산정 방법을 제시하고 이에 따라 설계기준의 계수를 도출한다.

2. 케이블 부재의 신뢰도기반 설계기준 산정

케이블 부재는 일반적인 교량에는 존재하지 않는 부재로 다른 부재와 달리 기본적으로 비선형성을 보인다. 따라서 케이블 부재는 그에 맞는 설계기준을 결정할 필요가 있다. 케이블 부재의 신뢰도기반 설계기준을 산정하는 과정은 다른 부재들과 다르지 않다. 우선 기존 교량의 케이블 부재에 대해 신뢰도평가를 수행한 후 이 결과를 바탕으로 목표신뢰도지수를 설정한다. 그리고 목표신뢰도지수를 만족할 수 있도록 각종 계수를 설정하여야 한다.

3. 사장교 케이블의 목표신뢰도지수

사장교 케이블의 목표신뢰도지수를 설정하기 위해 3개의 기존교량에 대한 신뢰도평가를 수행하였다. 해석에 사용된 교량은 인천대교, 부산항대교, 제2진도대교이며 도로교설계기준(한계상태설계법)-케이블교량편(2015, 이하 케이블교량편)의 극한한계상태 I 하중조합에 대해 신뢰도평가를 수행하였다. 그림 1은 각 교량 별로 최소의 신뢰도지수를 보이는 케이블에 대해 설계안전율 대비 신뢰도평가를 표시한 것으로 일반적으로

* 학생회원 · 서울대학교 건설환경공학부 박사과정, 공학석사 (E-mail:hhlee07@snu.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 서울대학교 교량설계핵심기술연구단 선임연구원, 공학박사 (E-mail:shlee02@snu.ac.kr)

*** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사 (E-mail:chslee@snu.ac.kr)

사장교 케이블 설계 시 사용하는 설계안전율 2.2에 대응되는 신뢰도지수는 최소 5.62이다. 따라서 사장교 케이블의 목표신뢰도지수는 5.61로 설정하였고 이는 파괴확률 10^{-8} 에 해당한다.

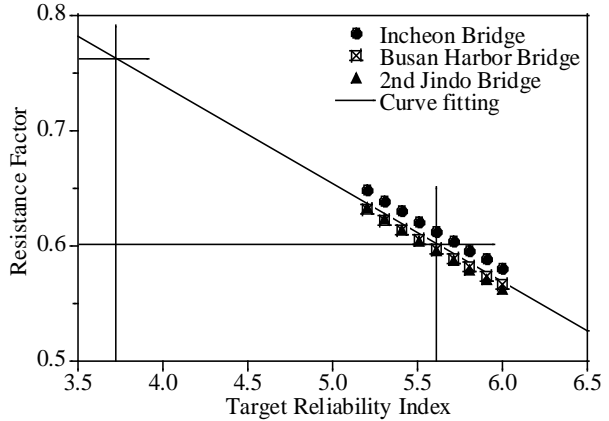
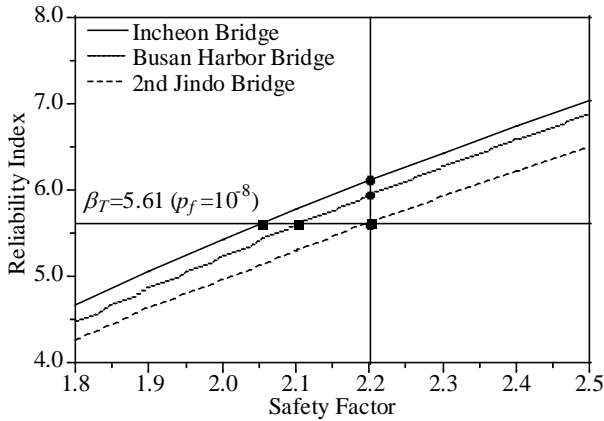


그림 1. 사장교 케이블의 설계안전율 대비 신뢰도지수 그림 2. 사장교 케이블의 저항계수 대비 신뢰도지수

4. 저항계수 산정

목표신뢰도지수를 설정하였으므로 이를 만족하기 위한 하중계수 및 저항계수를 설정하여야 한다. 케이블 교량편에서는 케이블 부재의 하중계수는 일반부재와 동일하게 적용하고 저항계수를 조절하여 목표신뢰도지수를 만족 하도록 하였다. 그림2는 저항계수대비 신뢰도지수를 나타낸다. 그림2에서 확인할 수 있는 바와 같이 교량의 경간장에 상관없이 유사한 값을 보이는 것을 확인할 수 있다. 세 교량을 모두 아우르는 저항계수를 산출하기 위하여 계산결과의 Best-fit line을 계산하여 이로부터 저항계수를 도출하였다. 케이블교량편의 경우 저항계수는 대표신뢰도지수 3.72를 만족하고 추가적인 안전율은 저항수정계수가 담당하도록 설정되었으며 이를 반영하여 저항계수와 저항수정계수는 각각 0.76과 0.79으로 도출할 수 있다.

5. 결론

사장교 케이블의 신뢰도기반 설계기준 산정 과정을 제시하였다. 이를 바탕으로 설정된 사장교 케이블의 목표신뢰도지수는 5.61이며 이를 만족하는 저항계수 및 저항수정계수는 0.76, 0.79로 도출되었다. 실제 설계기준에서는 이 값을 바탕으로 추가적인 불확실성 등을 고려하여 적절한 저항계수 및 저항수정계수를 산정할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 초장대교량 사업단 제1핵심과제를 통한 국토교통부 건설기술혁신사업 (08기술혁신E01)의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 국토교통부. (2015). 도로교설계기준(한계상태설계법)-케이블교량편.
2. 황의승, 백인열 (2006). 신뢰도기반 설계기준의 기본 이론 및 설계일반. 교량설계핵심기술연구단
3. 이승한 (2014). 케이블교량의 신뢰도기반 설계를 위한 하중-저항계수 산정. 공학박사학위논문, 서울대학교