

PM 상관도의 신뢰도분석을 적용한 장대교량의 풍하중계수 산정

Determination of Wind Load Factor for Long-span Bridges based on Reliability Analysis of PM Interaction Diagram

유철환* · 김지현** · 김호경***

Yoo, Chul-Hwan · Kim, Ji-Hyeon · Kim, Ho-Kyung

장대교량의 풍하중계수를 산정하기 위해서는 주탑에 대한 신뢰도분석이 필요하다. 기존의 신뢰도기반 풍하중계수 산정 문헌들에서는 주탑에 대한 신뢰도분석을 수행하지 않거나 주탑이 휨과 압축을 동시에 받는 부재가 아닌 휨 혹은 압축만 받는 부재로 가정하여 신뢰도분석을 진행하였다. 본 논문에서는 주탑 부재의 휨과 압축을 동시에 고려한 신뢰도분석법을 적용하여 풍하중조합에 맞춰 설계된 단면들에 대한 신뢰도분석을 진행하였으며 이를 바탕으로 풍하중계수를 산정하였다.

핵심용어: 장대교량, 신뢰도기반 풍하중계수, PM 상관도

1. 서 론

기존의 신뢰도기반 풍하중계수 산정 문헌([1], [2], [3])에서는 주탑에 대한 신뢰도분석을 수행하지 않거나 주탑이 휨과 압축을 동시에 받는 부재가 아닌 휨 혹은 압축만 받는 부재로 가정하여 신뢰도분석을 진행하였다. 장대교량으로 갈수록 풍하중에 대해 중요해지는 것은 주탑 부재이므로 주탑 부재에 대해 가정이 아닌 정밀한 신뢰도 분석을 수행할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 김 등(2014)이 제안한 주탑 부재의 휨과 압축을 동시에 고려한 신뢰도분석을 적용해 목표신뢰도지수를 만족하는 풍하중계수를 제시하고자 한다.

2. 확률모델

2.1 하중

고정하중의 경우 공장제작, 현장제작, 포장으로 나누어 각각에 대한 확률모델을 적용하였다[5]. 표 1을 보면, 포장의 경우 고정하중의 변동성이 가장 크고 공장제작을 한 부재는 고정하중의 변동성이 가장 낮은 것을 알 수 있다. 풍하중의 경우 대상지역의 관측자료로부터 설계수명 동안의 불확실성을 추정하여 확률모델에 반영하였다.

표 1. 고정하중의 확률모델(정규분포)

부재 종류	편심계수	변동계수	부재 종류	편심계수	변동계수	부재 종류	편심계수	변동계수
공장제작	1.03	8%	현장제작	1.05	10%	포장	1.00	25%

2.2 강도

휨과 압축을 동시에 고려하기 위해 기둥 부재의 강도와 관련된 불확실성을 고려하였다. 이 불확실성은 크게 재료와 관련된 불확실성과 단면 형상과 관련된 불확실성으로 나뉜다. 재료와 관련된 불확실성으로 철근의 인장강도(f_y), 콘크리트의 압축강도(f_{ck}), 탄성계수(E_s)에 대해 고려하였으며 단면 형상과 관련해서는 철근의 위치, 철근의 단면적, 단면의 단면적의 불확실성을 고려하였다.

3. 분석 결과

* 비회원 · 서울대학교 건설환경공학부 · 박사과정 · E-mail: jahad1010@snu.ac.kr - 발표자

** 비회원 · 서울대학교 건설환경공학부 · 박사과정 · E-mail: jhkim07@snu.ac.kr

*** 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 · 부교수 · E-mail: hokyungk@snu.ac.kr

새천년대교, 이순신대교, 부산항대교, 임자대교 총 4개의 교량의 주탑 하부 단면에 대한 분석을 수행하였다. 각 단면들의 설계는 풍하중조합만 사용되었으며 풍하중조합에 맞춰진 단면을 얻는데 초점을 두었다. 대상 단면의 위치는 그림 1과 같이 주탑 하단부이며 풍하중조합에 최적화된 단면의 경우 그림 2와 같이 조합하중에 계수저항이 만나는 형태가 된다. 풍하중조합에 의해서만 결정된 단면을 토대로 신뢰도분석을 수행하였으며 이 때 풍하중조합의 풍하중계수는 1.7을 적용하였다.

최적화된 단면에 대해 신뢰도분석을 수행한 결과, 새천년대교는 3.00, 3.16, 이순신대교는 2.81, 부산항대교는 3.36, 임자대교는 2.92의 신뢰도지수가 계산되었다.

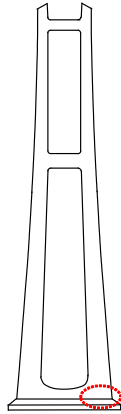


그림 1. 이순신대교 주탑 및 관심단면

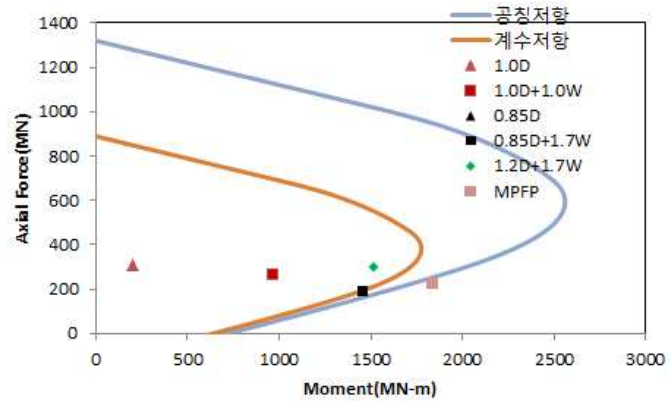


그림 2. 주탑 하단부의 PM 상관도 및 MPFP

4. 결 론

본 연구에서는 기존 문헌들과는 차별적으로 주탑 부재의 휨과 압축을 동시에 고려한 신뢰도분석을 진행하였다. 또한 풍하중조합에 맞춰 설계된 단면들을 이용하여 풍하중계수의 검증에 활용하였다. 분석 결과, 풍하중계수 1.7에 대해 평균 3.05의 신뢰도지수가 계산되었다. 케이블교량설계지침(한계상태설계법)(안)에서 풍하중조합에 대한 목표신뢰도지수는 3.09로 풍하중계수 1.7은 이 목표신뢰도지수를 보장한다고 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 초장대교량 사업단 제1핵심과제를 통하여 지원된 국토해양부 건설기술 혁신사업(08기술혁신 E01)에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Ellingwood, B. and et al. (1980) Development of a Probability Based Load Criterion for American National Standard A58, National Bureau of Standards
2. Ghosn, M., Mose, F. and Wang, J. (2003). NCHRP Report 489 : Design of Highway Bridges for Extreme Events, Transportation Research Board.
3. Hong, H.P., Hu, Z. and King, J.P.C. (2009). Gust responses of bridges to spatially varying wind excitations and calibration of wind load factors, Ontario Ministry of Transportation.
4. Kim, J.H., Lee, S.H., Paik, I.Y. and Lee., H.S. (2014) Reliability assessment of reinforced concrete columns based on the P-M interaction diagram using AFOSM, Structural Safety. (in review)
5. Nowak, A.S. (1999). NCHRP Report 368 : Calibration of LRFD Bridge Design, Transportation Research Board.