

# 케이블교량의 철근콘크리트 주탑에 대한 신뢰도평가 및 파괴하중분석

## Reliability Assessment of Reinforcement Concrete Pylon for Cable-supported Bridges and Analysis of Loads Parameters at the Failure State

김 지 현\*      이 해 성\*\*  
Kim, Ji Hyeon      Lee, Hae Sung

---

### ABSTRACT

In this paper, reliability levels of the reinforced concrete pylons for several cable-supported bridges in Korea are assessed, and the load parameters at the failure state are investigated through the results of the reliability assessment.

### 요 약

이 연구는 케이블교량의 설계에 신뢰도기반 한계상태설계법을 도입하기 위한 연구의 일환으로 철근콘크리트 주탑의 신뢰도평가 및 파괴시 하중의 거동을 분석하는데 그 목적을 두었다.

---

## 1. 서 론

케이블교량 설계에 신뢰도기반 한계상태설계법을 도입하기 위해서는 설계대상의 안전성여부를 확률적으로 평가 할 수 있는 신뢰도평가가 반드시 필요하다. 이 연구에서는 현존하는 국내 대표 케이블교량의 철근콘크리트 주탑에 대한 신뢰도수준을 확인하고, 신뢰도평가 결과로부터 파괴시 설계를 지배하는 하중변수에 대한 분석을 수행한다.

## 2. 철근콘크리트 주탑의 신뢰도평가 방법

철근콘크리트 주탑의 신뢰도평가를 위해서 주탑의 파괴상태와 안전상태를 결정하는 PM상관도를 한계상태식으로 정의하며, 구조물의 고정하중 및 풍하중, 콘크리트 압축강도, 철근의 항복응력 및 탄성계수를 확률변수로 고려한다. 신뢰도지수 및 MPFP(Most probable failure point)는 AFOSM(Advanced first-order second-moment reliability method)를 이용하여 계산한다. 신뢰도평가 대상 주탑은 새천년대교 현수교의 외측주탑 및 울산대교, 이순신대교, 부산항대교, 인천대교의 주탑이다.

---

\* 정회원, 서울대학교, 구조해석연구실, 박사과정

\*\* 정회원, 서울대학교, 건설환경공학부, 교수, chslee@snu.ac.kr

### 3. 대상 교량의 신뢰도평가 결과

표1에서는 신뢰도평가에 필요한 데이터인 외부하중에 의한 주탑 하단부의 단면력 및 재료변수의 공칭값을 나타내었으며, 표2에는 신뢰도평가 결과를 정리하였다.

표1. 외부하중에 의한 주탑 하단부 단면력 및 재료변수의 공칭값

교량명	외부하중에 의한 주탑 하단부 단면력							재료변수의 공칭값		
	축력/교직 방향모멘트	단면력 총합	주탑자중 ( $DC_P$ )	거더자중 ( $DC_G$ )	케이블자 중( $DC_C$ )	2차고정하 중( $DW$ )	풍하중 ( $WS$ )	$f_{ck}$ (MPa)	$f_y$ (MPa)	$E_s$ (GPa)
새천년대교 (외측주탑)	$P$ (MN)	74.9	64.4	18.6	5.2	6.9	-20.2	40	500	200
	$M$ (MN·m)	166.5	7.7	0.5	0.2	0.2	157.9			
울산대교	$P$ (MN)	151.1	104.5	60.8	25.1	25.0	-64.3	40	400	200
	$M$ (MN·m)	294.9	-7.1	-12.4	1.1	-0.4	313.7			
이순신대교	$P$ (MN)	333.9	271.7	95.2	51.3	28.1	-112.5	40	400	200
	$M$ (MN·m)	2352.8	255.0	50.0	9.9	14.8	2023.0			
부산항대교	$P$ (MN)	197.9	124.3	96.0		17.8	-39.0	40	400	200
	$M$ (MN·m)	564.4	124.3	-23.1		-2.7	705.1			
인천대교	$P$ (MN)	156.0	115.9	82.0		30.4	-72.3	45	400	200
	$M$ (MN·m)	812.1	-118.7	-25.6		-34.6	980.0			

표2. 신뢰도평가 결과: 신뢰도지수 및 파괴확률, 파괴시 풍하중의 초과확률

교량	신뢰도 지수	파괴 확률	공칭값으로 정규화된 MPFP								풍하중초 과확률
			$DC_P$	$DC_G$	$DC_C$	$DW$	$WS$	$f_{ck}$	$f_y$	$E_s$	
새천년대교	4.36	6.64E-06	1.01	1.02	1.00	0.98	3.33	1.14	1.06	1.00	7.95E-06
울산대교	4.14	1.74E-05	1.02	1.02	1.00	0.96	3.13	1.14	1.10	1.00	2.19E-05
이순신대교	4.22	1.21E-05	1.01	1.02	1.00	0.97	1.85	1.14	1.10	1.00	1.56E-05
부산항대교	4.53	2.91E-06	1.00	1.01		0.97	2.63	1.13	1.09	1.00	4.00E-06
인천대교	4.72	1.16E-06	1.02	1.02		0.96	3.13	1.14	1.08	1.00	1.86E-06

### 4. 결론

국내 케이블교량의 철근콘크리트 주탑에 대한 신뢰도평가 결과 및 분석 내용은 다음과 같다.

- 1) 실제 설계되어있는 주탑의 신뢰도지수는 4.14 ~ 4.72으로 매우 높은 안전성을 보이고 있다.
- 2) 공칭값으로 정규화된 MPFP로부터 풍하중이 파괴를 유도하는 지배적인 변수임을 알 수 있다.
- 3) 파괴시 풍하중의 초과확률이 신뢰도평가 결과 계산된 파괴확률과 근사한 값을 가지며, 이로부터 설계에 사용되는 풍하중의 초과확률이 단면이 확보하는 신뢰도수준과 직결될 것임을 추측할 수 있다.

### 참고문헌

1. 교량설계핵심기술연구단, “도로교설계기준(한계상태설계법)-케이블교량편: Code Calibration”, KBRC TRS 046, 2016, pp. 171-194.
2. Kim, J. H., Lee, S. H., Paik, I., and Lee, H. S. “Reliability assessment of reinforced concrete columns based on the P-M interaction diagram using AFOSM” Structural safety, Vol. 9 (3), pp. 161-177.