

# 철근콘크리트교의 신뢰성 및 안전도 평가

## Reliability and Safety Assessment of Reinforced Concrete Bridge

정 철 원\*

Jung, Chul-Won

손 용 우\*\*

Sohn, Young-Woo

김 현 석\*\*\*

Kim, Hyeon-Suck

### 요 약

본 연구는 총기대비용최소화기법에 의한 실용적이고 현실적인 해석모형을 제시하는데에 그 목적이 있으며, 주요목적중에 하나로서 철근콘크리트교량의 현장시험과 조사결과에 의해 도출된 저항계수(RF)라는 평가항목에 의해 현재 철근콘크리트부재들에 안전한 평가와 내하력을 결정하는데에 있다. 총기대비용최소화기법은 가정된 모델들의 신뢰성해석에 사용되며, 가정한 신뢰성모델과 신뢰성해석방법은 철근콘크리트부재들의 안전한 평가와 시스템계수에 적용되어진다.

### Abstract

This study is to propose a practical and realistic reliability analysis by ETCM(Expected Total Cost Minimization). One of the main objectives is intended to propose the safety assessment and capacity rating of existing reinforced concrete members by evaluation index, that is RF(Rating Factor) from the results of the field test and inspection for reinforced concrete bridge. ETCM method is used for the reliability analysis of the proposed models. The proposed reliability model and method are applied to the safety assessment and system factors of reinforced concrete members.

### 1. 서 론

반영구적이라고 할 수 있는 구조물도 공용기간 중에 유지관리를 하지 않고는 계기능 보존과 구조물의 축조목적을 달성할 수 없으며 필연적으로 현실적인 문제 즉 예상량을 훨씬 초과하는 교통량의 증가, 차량의 중량화, 그리고 설계시점에서 고려되지 못한 문제 혹은 계획·설계·시공의 각 단계

에서 실수나 착오등에 의한 노후화를 피할 수 없다. 구조물에 요구되는 목표한계상태는 설계기준의 변화 교통량의 증가 및 중량화등에 따라 설계시보다 높은수준이 요구되고 있다. 그와 같은 경우 적절한 보수보강을 행하고 요구수준을 만족시켜 당초의 내용년수를 연장하는 것이 필요하다 하겠다.

따라서 철근콘크리트교의 손상정도에 따른 안

\* 원광대학교 토목공학과 교수  
\*\* 원광대학교 토목공학과 박사과정  
\*\*\* 원광대학교 토목공학과 석사과정

이 논문에 대한 토론을 1996년 9월 31일까지 본 학회에 보내주시면 1997년 3월호에 그 결과를 게재하겠습니다.

전도평가의 문제는 최근 들어 전세계적으로 부각되고 있는 현실로 신뢰성해석방법이 도입되고 있지만, 이 방법은 단일부재 및 재료의 강도와 하중 특성만으로 일률적인 안전성을 확보한 것으로서 변수요인에 따라 상당히 높은 신뢰성지수가 산재하므로 경제적인 측면에서 적합한 신뢰성수준의 선택이 필요하다. 즉, 낮은 신뢰성수준인 경우 과도한 건설비용이 요구되는 불합리한 점이 있다.

따라서 본 연구에서는 사회·경제성 원리를 이용한 Level-IV 법인 총기대비용최소화기법으로 저항-하중계수를 산정하여 현행시방서의 강도설계규준과 비교분석하고 철근콘크리트 구조부재 저항능력(저항계수)에 손상정도에 따른 시스템계수를 도입하여 상부구조물 손상상태에 따른 안전평가지수를 개발하고자 한다.

## 2. 최적신뢰성 및 안전도평가

### 2.1 총기대비용최소화에 의한 최적신뢰성 평가

구조물의 신뢰성평가는 일반적으로 저항 및 하중에 관련된 여러가지 불확실량에 대한 오차와 신뢰성해석모델링 및 수치해석에 수반되는 오차 등으로 인하여 복잡하고 어려운 문제이므로 가장 효과적인 최적신뢰성모델링은 근사적이며 실용적인 방법으로 개발되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 구조물의 역학적 안전성과 사회성·경제성을 동시에 고려한 통계적의사결정이론에 기초한 총기대비용최소화원칙을 이용한 최적신뢰성해석 방법에서 간단한 형태로 파괴손실비용정도( $\tau$ ), 안전도의 증가에 따른 초기비용의 증가율( $\nu$ ) 및 증가곡선형( $n$ )의 3가지 함수로 나타내면 다음과 같이 된다.<sup>1)</sup>

$$C_T = C_0(1+k\beta^n)\{1+\Phi(-\beta)\tau\} \quad (1a)$$

$$\text{여기서, } k = (\nu - 1) / \beta_0^n \quad (1b)$$

$$\nu = C_B / C_0 = \lambda(\beta_0) = 1 + m(n_0 - 1) \quad (1c)$$

$$m = 1 / [1 + a n_s \{(1/b) - 1\}] \quad (1d)$$

단,  $C_0$  :  $\beta=0$ 일 때의 초기비용

$C_B$  :  $\beta$ 일 때의 초기비용

$a$  :  $n_0 / n' =$  중앙안전율 / 공칭안전율

$n_s$  : 현행설계의 공칭안전율

$\tau$  :  $C_F / C_I =$  파괴손실비용 / 초기비용

이때 식(1c)의  $\nu$ 는 MFOSM, AFOSM법의 중앙안전율  $n_0$ 의 함수이며, 저항 및 하중효과의 평균-공칭비를 이용하면  $n'$ 와  $n_0$ 의 관계로부터 구해진다.<sup>2,3)</sup>

따라서 최적신뢰성평가에 필요한 최적신뢰성해석에는 다양한 수치해석방법이 사용될 수 있지만 본 연구에서는 조합하중하의 R.C 부재의 한계상태방정식을 양함수의 형태로 변환시켜서 Rackwitz-Fiessler의 근사확률분포법 알고리즘<sup>2,3)</sup>을 사용하였다. 총기대비용최소화에 의한 최적신뢰성해석법을 요약하면 다음과 같이 된다.

단계 1. 근사확률분포법 알고리즘으로부터  $\phi, \gamma_1$ 를 계산한다.

단계 2. 단계 1로부터 중앙안전율  $n_0$ 를 계산하여 식(1b), 식(1c)의  $k, \nu$ 치를 산정한다.

단계 3. 무차원화시킨 총기대비용 식(1a)을 반복시행하여 최적신뢰성지수  $\beta_{opt}$ 을 계산한다.(허용치에 수렴할 때까지 반복시행)

한편 최적신뢰성해석 알고리즘을 이용하여 총기대비용최소화에 의한 최적신뢰성규준  $\phi, \gamma_1$ 값의 산정을 요약하면 다음과 같다.

단계 1. 파괴비용의 정도( $\tau$ )에 따른 최적신뢰성지수  $\beta_{opt}$ 을 결정한다.

단계 2. 최적신뢰성해석 알고리즘의 단계 1로부터  $\phi, \gamma_1$ 값을 계산한다.

### 2.2 총기대비용최소화에 의한 안전도 평가

현재 R.C구조물은 구조물의 상태에 따라 손상(Deterioration)정도가 다르고 또한 발생하는 하중효과가 다르기 때문에 현재 시행되고 있는 R.C구조물의 내하력 평가방법에 의해서는 이들 효과를 합리적으로 고려하기가 매우 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 R.C상부구조물을 손상정도에 따라 분류하고 추가적인 인자로 현장측정(Field Measurement), 조사빈도(Inspection Frequency), 유지보수(Preventive Maintenance)등을 고려하여, 이들 범주에 속하는 R.C구조단면저항에 따른 저항감소계수를 결정하게 된

다. 그러나 R.C구조물의 저항감소계수에 대한 국내연구자료를 R.C구조물 내하력 평가에 직접적용하기에는 아직 연구가 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 NBIF<sup>7)</sup>에서의 저항편중계수, 변동계수와 목표신뢰성지수대신에 파괴손실비용의 초기비용에 대한 비  $\tau=C_F/C_I$ 와 최적신뢰성지수에 의하여 R.C구조물의 손상상태에 따라서 저항감소계수와 시스템계수를 결정하게 된다.

이와같이 노후 R.C구조물이 안전성을 확보하려면 R.C구조단면의 저항과 사하중 및 활하중으로 발생하는 응력사이에서 식(2)과 같은 관계식이 성립하여야 한다. 즉 R.C구조단면이 받을 수 있는 저항값의 손상에 따른 감소계수를 곱하여 얻은 현재 R.C 구조단면의 저항값이 사하중과 활하중에 각각 하중계수를 곱하여 얻은 그 R.C구조물의 받아야 하는 응력값보다 커야 한다는 것이다. 따라서 하중-저항계수법에 의한 노후 R.C구조물의 안전도평가는 먼저 현재 R.C구조단면이 받을 수 있는 저항에서 사하중에 의한 응력을 빼서 그 단면이 받을 수 있는 활하중에 대한 최대저항값을 계산하고, 이를 활하중에 의한 응력으로 나누어 그 계수를 산정한다. 이때, 안전평가지수 즉, 내하율(RF : Reting Factor)은 식(3)과 같이 된다.<sup>7)</sup>

$$\phi R_n > \gamma_D D + \gamma_L L \quad (2)$$

$$RF = \frac{\phi R_n - \gamma_D D}{\gamma_L L} \quad (3a)$$

$$\phi = \phi_s \times \phi_n \quad (3b)$$

여기서,  $R_n$ =공칭저항

$D$ =부재단면의 자중으로 인한 사하중 효과

$L$ =부재단면에 발생하는 공칭 활하중 효과

$\gamma_D$ =사하중계수

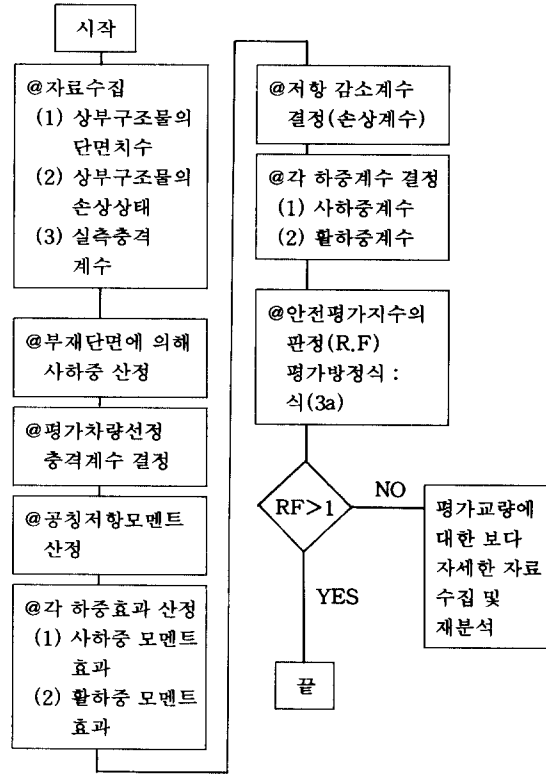
$\gamma_L$ =활하중계수

$\phi$ =단면의 손상을 고려한 저항감소계수

$\phi_n$ =현행 시방서의 저항계수

$\phi_s$ =시스템 계수

하중계수법에 의한 안전 평가절차를 요약하면 다음과 같다.



### 3. R.C부재의 한계상태모형

#### 3.1 한계상태방정식

R.C구조물의 신뢰도에서 저항 R과 하중작용력  $S_i$ 에 의해 정의되는 안전여유로 나타내는 한계상태함수  $G(X)$ 는 다음과 같이 결과변수 R,  $S_i$ 의 선형함수로 나타낼 수 있다.<sup>3,4)</sup>

$$G(R, S_i) = R - \sum S_i \quad (4)$$

한편, 실저항 R은 노후손상계수  $D_F$ 를 도입하여 식(2)과 같이 표현할 수 있다.

$$R = R_n D_F N_R \quad (5)$$

여기서  $R_n$ =실공칭재료강도 ;  $D_F$ =노후손상계수 ;  $N_R=R_n, D_F$  추정에 관련된 불확실량을 내포하는 램덤변량(=MFPD) ; 이때,  $M$ =재료강도관련 랜덤변량 ;  $F$ =제작시공관련 랜덤변량 ;  $P$ =해

석과 모델링관련 랜덤변량 ; D=노후손상추정관련 랜덤변량을 나타낸다.

3.2 통계적 불확실량

철근콘크리트구조물에 대한 저항 및 하중관련 랜덤변량들의 불확실량을 합리적으로 추정하는 것이 매우 중요한 문제이다. 따라서 통계적불확실량에는 구조안전도에 영향을 미칠 수 있는 모든 것, 즉 표본자료의 통계적해석에 관한 변동량 뿐만 아니라 모델링오차, 불확실한 정보로 인한 오차 등이 있다. 그러나 재료강도와 하중변수를 제외하고는 관련 데이터의 부족으로 인하여 본 연구에서는 국내의 관련 문헌[2],[3]을 종합판단 하여 통계적불확실량을 추정하였으며 이를 표 1에 정리하였다.

표 1. 저항 및 하중 통계치

		불확실량			평균-공칭비		
		$\Omega_R$	$\Omega_{SD}$	$\Omega_{SL}$	$\bar{R}/R_n$	$\bar{D}/D_n$	$\bar{L}/L_n$
휨	보	0.16	0.10	0.26	1.12	1.05	1.20
	슬래브	0.16	0.24	0.35	1.12	1.05	1.20
	확대기초	0.18	0.10	0.26	1.12	1.05	1.20
전단	보	0.17	0.10	0.26	1.09	1.05	1.20
	슬래브	0.17	0.24	0.35	1.09	1.05	1.20
	확대기초	0.19	0.10	0.26	1.09	1.05	1.20
압축	띠기둥	0.17	0.10	0.26	1.05	1.05	1.20
	나선기둥	0.17	0.10	0.26	1.05	1.05	1.20

4. 해석계산 및 고찰

4.1 현행 강도설계규준의 최적신뢰성 검증

철근콘크리트구조물의 안전도평가에 대한 최적신뢰성검정을 하기위해 표 1의 수치를 사용하여 현행 철근콘크리트(R.C) 설계규준의 최적신뢰성

지수  $\beta_{opt}$ 를 D+L 하중조합의 경우 각부재별로 파괴손실비용의 초기비용에 대한 비  $\tau=C_F/C_I$ 에 따라 계산한 것이 표 2와 같이 된다.

이는 R.C구조부재의 실제상태에 대한 통계적불확실량을 엄밀하게 추정하고, R.C구조물의 재하실험결과를 사용하여 정해지는 한계상태모형으로 계산된 값이다. 이러한 통계적 자료는 앞으로 저항 및 하중에 관한 조사연구가 발전되고 통계자료가 누적됨에 따라 수정·보완될 수 있을 것으로 사료되며 표 2에서 제시한  $\beta_{opt}$ 는 어디까지나 현 단계에서 최선 추정치로서의 의미를 갖는다.(그림 1, 2 참조)

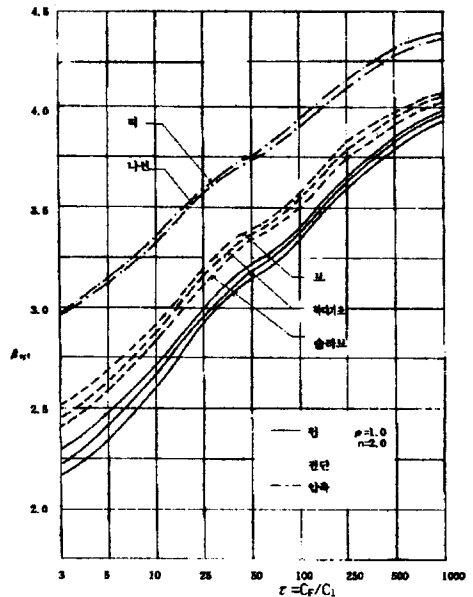


그림 1.  $\beta_{opt}$  V.S  $\tau=C_F/C_I : (D+L)$

표 2.  $\tau$ 에 따른 R.C부재의 최적신뢰성지수( $\beta_{opt}$ )

R.C 부재		3	5	10	25	50	100	250	500	1000
보	휨	2.2865	2.4747	2.7148	3.0094	3.2179	3.4157	3.6631	3.8408	3.9863
슬래브		2.1733	2.3698	2.6196	2.9248	3.1399	3.3431	3.5972	3.7795	3.9257
확대기초		2.2283	2.4206	2.6656	2.9656	3.1774	3.3780	3.6283	3.8087	3.9558
보	전단	2.5178	2.6915	2.9147	3.1906	3.3869	3.5740	3.8093	3.9793	4.1067
슬래브		2.4155	2.5954	2.8256	3.1092	3.3106	3.5024	3.7428	3.9156	4.0525
확대기초		2.4651	2.6420	2.8687	3.1485	3.3470	3.5368	3.7748	3.9464	4.0789
띠기둥	압축	2.9809	3.1317	3.2661	3.5741	3.7541	3.7512	3.9211	4.1358	4.3952
나선기둥		2.9578	3.1101	3.3079	3.5552	3.7330	3.9037	4.1194	4.2268	4.3798

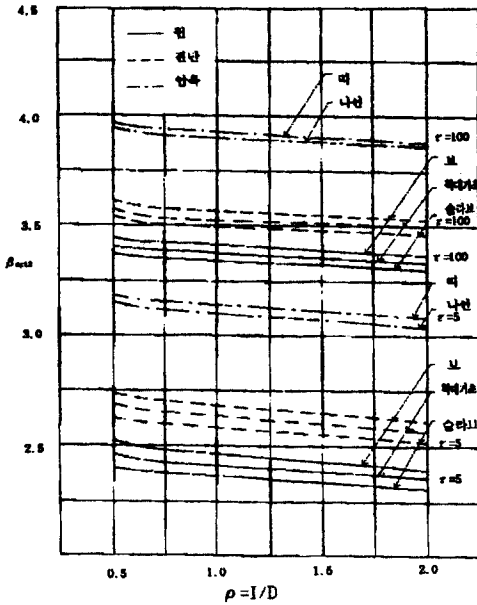


그림 2.  $\beta_{opt}$  V.S.  $\rho : (D+L)$

4.2 최적목표신뢰성지수의 선정

신뢰성방법에 의해 구조물의 설계규준이나 안전도평가를 제시할 때 합리적이고 적절한 목표신뢰성지수의 선정이 요구된다. 최적목표신뢰성지수의 합리적인 선택방법은 많은 연구에도 불구하고 선택기준에 대한 합리적 근거의 결핍으로 인하여 아직 정립되지 못한 상태로 기존시방서의 안전수준의 적합화, 사회·경제적기준에 의한 접근법, 총기대비용의 최소화기법판단 및 경험에 의한 직접방법 등, 몇 가지 방법들이 보편적으로 사용되고 있는 실정이다.<sup>2)</sup>

총기대비용최소화에 의한 최적신뢰성지수( $\beta_{opt}$ )는 CIRIA Report63<sup>5)</sup>에서는 사회·경제적기준에 의한 접근법으로  $\tau=C_F/C_1$ 의 함수, 즉  $\tau=35\sim75$ (보요소),  $\tau=350\sim700$ (기둥요소)도  $\beta_{opt}$ 를 선정하고 있고, Yamamoto<sup>6)</sup>는 인간오차(Human error)를 포함하여  $\tau=10\sim100$  정도의  $\beta_{opt}$ 를 강도설계규준의 신뢰성검정에 선정하고 있다. 그리고 Kanda-Ellingwood<sup>6)</sup>는 건물과 교량구조물의  $\beta_{opt}$ 를  $\tau=15\sim50$  정도에서 선정하고 있다.

전절 4.1의 현행 USD의 최적신뢰성검정시에 분석한 표 2와 같이 현행 R.C구조물의 통상 하중비

$\rho=L/D=0.5\sim1.0$  사이에 목표신뢰성지수  $\beta_0$ 를 선정하고 있는데 R.C보(원)  $\beta_0=3.0$ , R.C보(전단)의  $\beta_0=3.2$ , R.C기둥의  $\beta_0=3$ (띠기둥),  $\beta_0=3.5$ (나선기둥)로 하고 있는 실정으로 본 연구에서는 표 3과 같이 R.C구조부재의 최적목표신뢰성지수  $\beta_{opt}$ 를 채택함이 바람직하다고 본다.

표 3.  $\tau$ 에 따른 R.C구조부재의  $\beta_0$ 와  $\phi_n$  값

$\tau$	원			전 단			압 축		비고
	보	슬래브	확대기초	보	슬래브	확대기초	띠기둥	나선기둥	
10	5	5	50	25	25	50	25		
$\beta_0$	2.71	2.37	2.42	3.38	3.11	3.15	3.75	3.30	
$\phi_n$	0.85	0.85	0.85	0.70	0.70	0.70	0.65	0.70	

따라서 본 연구에서 제시한 총기대비용최소화에 의해 각 R.C구조부재별 최적목표신뢰성지수  $\beta_{opt}$ 를 산정하여 현시방서 1.2D+1.8L하중조합(교량 : 1.2D+2.0L)으로 표 3의 공칭저항계수를 결정한다. 이 공칭저항계수는 현실을 고려한 공통하중계수를 결정한 다음 등가신뢰성을 갖는 각 R.C구조요소별  $\phi_n$ 값을 계산하여 안전도평가시 편리한 값으로 제안한 것이다.

4.3 총기대비용최소화에 의한 안전도평가규준

지금까지의 안전도평가(내하력평가)방법에는 허용용력법에 의한 WSR(Working Stress Rating)방법과 AASHTO에서 사용하는 LFR(Load Factor Rating)방법, 그리고 NCHRP에서 연구된 신뢰성이론에 입각한 LRFR(Load and Resistance Factor Rating)방법 등이 있다.<sup>3,4,7)</sup>

본 연구에서 제시한 총기대비용최소화에 의한 내하력평가는 가설 R.C구조물의 내하력을 계산하기에 앞서 노후손상된 R.C구조부재의 최적신뢰성지수에 적합한 저항감소계수와 시스템계수를 추정함으로써, 이를 이용하여 R.C구조물의 건전도의 확인 및 보수, 복구등의 유지관리대책 수립에 관한 판정규준을 사용하고자 하는 것이다.(그림 3, 4 참조)

표 4는 R.C구조물의 안전도평가의 시스템계수를 구하기 위해  $\tau$ 에 따른 단면손상을 고려한 저항감소계수( $\phi$ )를 보정기법<sup>3)</sup>에 의해 1.2D+1.8L의

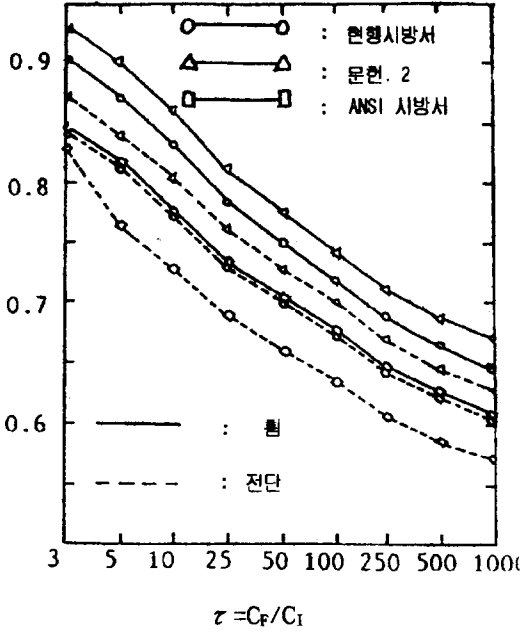


그림 3.  $\tau$ 에 따른 R.C 보의  $\phi$ 값 비교

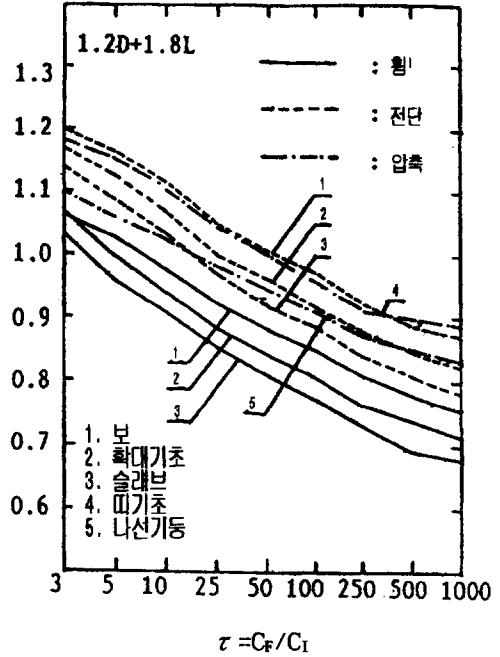


그림 4.  $\tau$ 에 따른 R.C 구조부재의  $\phi$ 값 비교

통일하중조합으로 계산한 것이다.

따라서, NBIF에서 제안한 안전도평가의  $\phi$ 값과 본 연구의  $\tau$ 에 따른  $\phi$ 값을 비교분석하면 표 4와 같음을 알 수 있다.

따라서 Galambos<sup>8)</sup>의 목표신뢰성지수에 따른 시스템계수( $\phi_s$ )로 손상의 정도를 판정하고 있는 것과 마찬가지로  $\tau$ 에 따른 시스템계수를 R.C 구조부재별로 구분하여 구조상태, 유지관리상태, 안전도평가지수(RF)의 등급으로 하면 총기대비용최소

화에 의한 안전도평가(내하력평가: ETCMR) 규준은 표 5와 같이 제시할 수 있다.

교량의 유지관리가 보수보강을 포함하여 광범위한 영역을 차지하며 특수교량의 건설이 증가 추세에 있음을 고려할 때 이 분야에 대한 연구가 다양하게 이루어져 현재까지 소홀히 취급되어왔던 유지관리 부분에 대한 인식을 제고하고 효과적인 유지관리가 실현되어 구조물의 안전성 확보는 물론 사회기반시설로서의 기능을 다할 수 있기를 기

표 4.  $\tau$ 에 따른 단면손상을 고려한 저항감소계수( $\phi$ )

R.C 구조부재	상태	양호			경미한 단면손상			심한 단면손상			NBIF	
	$\phi$	0.94			0.84	0.76	0.67	0.60	0.54			
	$\gamma$	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
	$\tau$	3	5	10	25	50	100	250	500	1000		
보 슬래브 확대기초	휨	$\phi$	0.90	0.87	0.83	0.78	0.75	0.72	0.69	0.66	0.64	본 연 구
		$\phi$	0.88	0.82	0.77	0.72	0.69	0.66	0.62	0.59	0.58	
		$\phi$	0.91	0.85	0.80	0.75	0.72	0.69	0.65	0.63	0.61	
보 슬래브 확대기초	전단	$\phi$	0.86	0.82	0.78	0.74	0.71	0.68	0.65	0.63	0.61	본 연 구
		$\phi$	0.79	0.76	0.72	0.68	0.64	0.62	0.59	0.56	0.54	
		$\phi$	0.82	0.79	0.75	0.70	0.67	0.65	0.61	0.59	0.57	
띠기둥 나선기둥	압축	$\phi$	0.76	0.74	0.72	0.68	0.66	0.63	0.61	0.59	0.57	본 연 구
		$\phi$	0.77	0.75	0.72	0.68	0.66	0.64	0.61	0.60	0.58	

표 5.  $\tau$ 에 따른 시스템계수( $\phi_s$ )에 의한 판정기준

R.C 구조부재		손상정도	경미손상			보통손상		심한손상		안전손상 (수명존재)		안전손상 (수명상실)		문헌 (8)
		$\phi_m$	1.1			1.0		0.9		0.8		0.7		
		$\beta_0$	2.0			2.5		3.0		3.5		4.0		
		$\tau$	3	5	10	25	50	100	250	500	1000			
보	휨	$\phi_m$	1.06	1.02	0.98	0.92	0.88	0.85	0.81	0.78	0.76	본 연 구		
슬래브			1.03	0.95	1.91	0.85	0.81	0.77	0.73	0.69	0.68			
확대기초			1.06	0.99	1.94	0.88	0.85	0.81	0.77	0.74	0.72			
보	전단		1.21	1.16	1.11	1.05	1.00	0.97	0.93	0.89	0.87			
슬래브			1.13	1.09	1.03	0.96	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78			
확대기초			1.17	1.13	1.07	1.00	0.96	0.92	0.87	0.84	0.82			
띠기둥	압축		1.18	1.15	1.10	1.05	1.01	0.97	0.93	0.91	0.88			
나선기둥			1.10	1.07	1.03	0.97	0.94	0.91	0.87	0.85	0.82			
구조상태			매우양호	양 호			보 통		불 량		매우불량			
유지관리		정기적인 육안조사				유지보수		보수보강		주요부분복구 및 대처				
안전성지수		RF	1.00			0.75		0.57						

대한다. 이의 성취를 위해 조금하게 특수교량의 문제를 일시에 해결하려는 자세보다 우리의 현실에 맞게 단계적인 연구개발목표가 있어야 할 것이며 이에 대한 적절한 보조가 정부 또는 교량건설과정에서의 배려로 유지관리에 투자함에 있어 인색하지 않아야 할 것이며, 과학적인 유지관리를 위해서는 현재의 안전성 및 내하력을 엄밀하게 추정하여 이에 근거한 보수·보강의 여부, 공법의 선정등에 체계적으로 이루어져야 하며 차후의 실제 유지관리비의 상승을 고려하여 복합적인 구조손상에 의한 내용년수의 추정에 연구개발이 시급하다 하겠다. 굳이 먼 예를 들지 않더라도 가까운 일본의 경우 유지관리에 대한 기본서가 충분히 개발되고 있음을 간과하지 않기를 바라며 건설이 어렵고 엄청난 비용이 드는 만큼 그 유지에 있어서도 건설에 못지 않은 관심이 있기를 제안하는 바이다.

### 5. 결 론

1) 본 연구에서는 총기대비용최소화에 의한 철근콘크리트구조부재의 내하력 및 안전도를 평가함에 있어 기존의 재래적인 평가방법과는 달리 구조신뢰성에 의한 안전성과 사회·경제성을 동시에 고려한 평가법으로 보다 합리적이고 체계적인

방법을 제안하였다.

2) 본 연구에서는 확률론적 신뢰성최적화모형을 토대로 각종 통계적불확실량을 합리적으로 반영하고, 파괴손실비용을 초기비용에 대한 비에 따른 적절한 최적신뢰성지수와 보정기법을 사용하여 총기대비용최소화 판정기준(ETM)을 제시하였으며, 이 방법은 고려하는 모든 하중조건에 대해서 거의 일정한 신뢰도를 갖는 합리적인 방법이라 사료된다.

3) R.C구조물에 대한 확률 모형이 개발되고 통계적 불확실량에 대한 자료가 보완될 때 이에 따라 재보정하므로써 수정 보완할 필요가 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] 이증빈, 신형우, “총기대비용 최소화원칙에 의한 최적신뢰성지수”, 한국전산구조공학회 학술 발표논문집, 제6권, 제2집, 1993, pp. 216~223.
- [2] 조효남, 장동일, 신재철, “확률이론에 기초한 철근콘크리트강도설계기준”, 대한토목학회논문집, 제6권, 제4호, 1986, pp. 53~60.
- [3] 건설부, 교량안전도 평가 및 내하력급수판정 시스템개발, 1990.
- [4] 日本土木學會, 鐵橋の維持管理のための設備, 1987.
- [5] CIRIA, Rationalisation of Safety and

- Serviceability Factors in Structural Codes*, Report No. 63, London, 1987.
- [ 6 ] Ellingwood, B and Kanda, J., "Formulation of Load Factors Based on Optimum Reliability", *Structural Safety*, 9, 1991, pp. 197-210.
- [ 7 ] NCHRP, *Strength Evaluation of Existing Reinforced Concrete Bridges*, Report No. 292, 1987.
- [ 8 ] Galambos, T.V, "System Reliability and Srtuctural Design", *Structural Safety Safety*, 7, 1990, pp. 101-108.
- [ 9 ] Silano, Louis G., *Bridge Inspection & Rehabilitation*, John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- [10] 本州四國連結橋公園, 橋體の維持管理に関する検討(その4), 1987.
- [11] 本州四國連結橋公園, 瀬大橋工事誌, 1988.  
(접수일자 : 1996. 1. 20)