

RC橋脚の安全性指標に関する基礎的研究

徳島大学大学院

徳島大学工業短期大学部

徳島大学工学部

徳島大学工学部

学生員○須知 晃一

正会員 平尾 潔

正会員 児嶋 弘行

正会員 成行 義文

1. まえがき

現行の許容応力設計法は決定論的設計法ではあるが、過去の多くの経験に基づくものであり、確率的なことも考慮されている。しかし本来、荷重、強度ともランダムな変量であるから、確率論的アプローチが必要である。RC部材においては強度のばらつきも大きく確率論的取り扱いがさらに重要となる。本研究はT形、兀形RC橋脚の機構崩壊を対象として、現行の示方書に従つた構造物がどの程度の安全性を有しているか、またその安全性にはどのようなファクターが影響するのかを知るために安全性指標、荷重係数を求め、2・3の数値計算をもしに比較検討したものである。

2. 安全性指標、荷重係数

抵抗作用をR、荷重作用をSとすれば、安全性の余裕Zは、
 $Z = R - S$ で示される。Zの平均を μ_Z 、Zの標準偏差を σ_Z とすれば、安全性指標 β は、 $\beta = \mu_Z / \sigma_Z$ で示される。---(1) Fig. 1 参照。多數の破壊モードを有する場合の安全性指標は文献1)によつて計算した。破壊モードについてはFig. 2 参照。

荷重係数については、AASHTOで用ひられているものを利用した。すなわち、 $S = f_1 [D + f_2 (L + I)]$ によつた。---(2)

3. 安全性の余裕をあらわす仕事式について

安全性の余裕をあらわすZは、機構崩壊を対象として、内力(抵抗力)仕事と外力仕事の差をもつて決めた(Fig. 4 参照)。限界状態としてメカニズム移行抵抗モーメント $M_r = \frac{1}{2} (M_y + M_u)$ を基本としたが、T形橋脚については終局破壊抵抗モーメント $M_r = M_u$ も考慮した(Fig. 3 参照)。仕事式の係数については、Fig. 5 参照。

計算結果の一例として、Table 1 には荷重係数を、Fig. 6 には変動係数と安全性指標の関係を、Fig. 7 には水平震度と安全性指標の関係を示しておく。

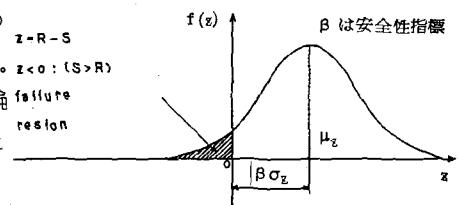
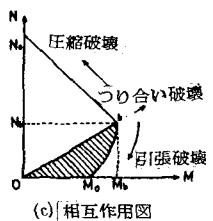
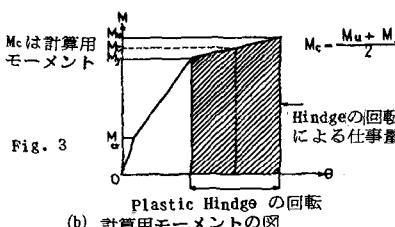
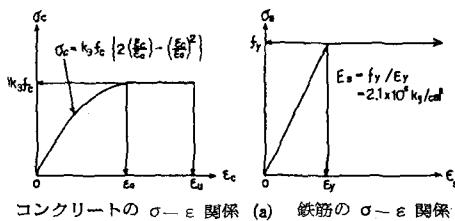


Fig. 1 標準化していない安全性指標の図

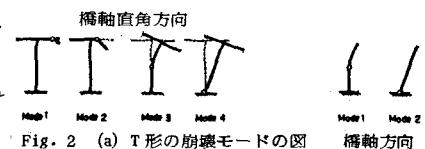
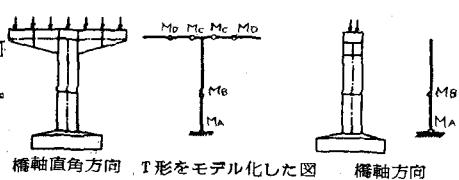
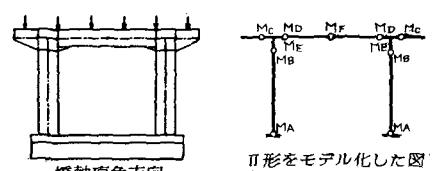
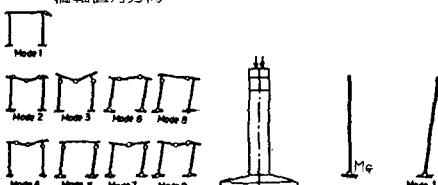


Fig. 2 (a) T形の崩壊モードの図



II形をモデル化した図



(b) II形の崩壊モードの図

橋軸方向

橋軸直角方向						
M	A	B	C	D	L	O
Z ₁	1	-1	-1	-1	-1	0
Z ₂	1	-1	-1	-1	-1	0
Z ₃	1	-1	-1	-1	-1	0
Z ₄	1	-1	-1	-1	-1	0

$Z = R - S$: 安全性の余裕
(抵抗作用)(荷重作用)

$Z = M - I - L - D = 0$
(抵抗モーメント)(荷重モーメント)(荷重反作用)

$$Z = A \{ M, I, L, D, 0 \}^T$$

(a) T形橋脚

橋軸直角方向						
M	A	B	C	D	E	F
Z ₁	1	-1	-1	-1	-1	0
Z ₂	2	2	-1	-1	-1	1
Z ₃	2	2	-1	-1	-1	1
Z ₄	1	1	2	-1	-1	-1
Z ₅	2	2	-1	-1	-1	-1
Z ₆	2	1	1	-1	-1	-1
Z ₇	2	1	1	-1	-1	-1
Z ₈	2	2	-1	-1	-1	-1
Z ₉	2	2	-1	-1	-1	-1

橋軸方向/

Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉
1	2	2	1	1	2	1	1	2

(b) II形橋脚

Fig. 5

4. 結論

本研究結果を要約すると以下のようにである。

- (1) 上部荷重の変動は、他の変動量と比較して安全性指標に与える影響が小であった。その他の変動量の安全性指標への影響の順番は、RC断面の有効高さ、地震力(T形)、コンクリート圧縮強度、鉄筋降伏点強度、地震力(兀形)、上部活荷重であった。
- (2) 安全性指標は、橋軸直角方向で0.3から3程度、橋軸直角方向で3から7程度の変化を示した。
- (3) 荷重係数は、メカニズム移行に対してT形橋脚で1.11、兀形橋脚に対して6.5というように、構造形式(静定・不静定)、載荷方法等によって大きくばらつきがあることが分った。
- (4) T形橋脚では、上部活荷重の偏心載荷の影響が大であるので設計の際に注意する必要がある。
- (5) 現行の示方書で、ある程度の安全性のレベルは確保されていることが分ったものの、許容応力度設計法の不備な点が再確認できた。今後の課題としては次のようである。

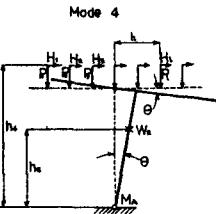
① 本解析では、修正震度法による静的地震力を対象としているので、その適用には限界があり、動的応答について検討する必要のあること。

② 安全性指標あるいは破壊確率といったものを具体的な荷重係数設計法や限界状態設計法と結びつける必要のあること。

参考文献

- 1)白石吉田・中野：安全性指標の信頼性解析への適用に関する2・3の考察：土木学会論文報告集：土木学会1980-9 etc.
- 2)周田甫：コンクリート構造物の限界状態設計法：共立1978
- 3)青木・平野・平原：土木構造物設計計算例シリーズ⑤：山海堂

W_a: Own weight of mass
h_c: Center of mass Fig. 4



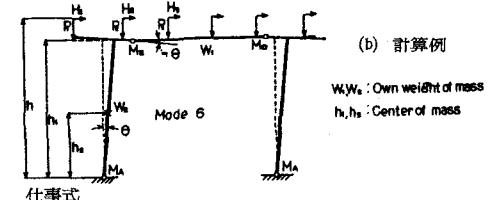
仕事式 (a) 計算例

$$M_L \theta = \sum R_i h_i \theta + \sum W_a h_i \theta + \sum P_i h_i \theta$$

$$M_A = K_1 (\sum R_i h_i + W_a h_i) + \sum P_i h_i$$

安全性の余裕 $Z = R - S$

$$Z_d = M_A - K_1 (\sum R_i h_i + W_a h_i) - \sum P_i h_i$$



仕事式

$$M_A \theta + M_a \theta + M_o \theta + M_k \theta = K_1 (\sum R_i h_i \theta + K_2 W_a h_i \theta + K_3 2 W_a h_i \theta)$$

$$2 M_A + M_a + M_o = K_1 (\sum R_i h_i + W_a h_i + 2 W_a h_i)$$

安全性の余裕 $Z = R - S$

$$Z_d = 2 M_A + M_a + M_o - (\sum R_i h_i + W_a h_i + 2 W_a h_i) K_1$$

構造形式	荷重係数
メカニズム移行	T ₁ = 1.11
既成橋梁	T ₁ = 1.32

Table 1 (a) T形荷重係数表

構造形式	荷重係数
2	Case 1 T ₂ = 6.5
	Case 2 T ₂ = 5.5
	Case 3 T ₂ = 4.5
3	Case 1 T ₂ = 4.0
	Case 2 T ₂ = 4.0
	Case 3 T ₂ = 3.5
4	Case 1 T ₁ = 2.0
	Case 2 T ₁ = 2.0
	Case 3 T ₁ = 2.0

(b) II形荷重係数表

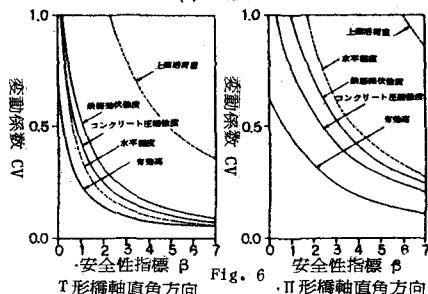


Fig. 6 T形橋軸直角方向 II形橋軸直角方向

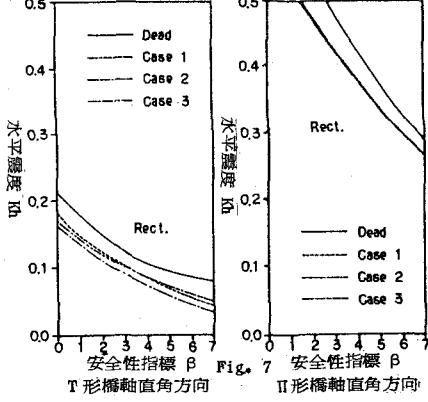


Fig. 7 T形橋軸直角方向 II形橋軸直角方向