

V-393

既存水路橋への限界状態設計法の適用性について

㈱新日本技術コンサルタント 正員 駒田 幹久
 関西電力㈱総合技術研究所 正員 打田 靖夫
 立命館大学 理工学部 正員 児島 孝之

1. ま え が き

限界状態設計法の考え方を導入して既存コンクリート構造物の耐荷性を評価する場合、安全係数の設定が問題となる。そこで既存水路橋を対象として安全係数について検討を行った。

この検討に際しては、水路橋を対象とするため荷重が限定されることと、既存構造物であるため実際の構造物の寸法・配筋調査や材料強度試験が可能であることを考慮して安全係数を設定する必要がある。そこで過去に2橋の既存水路橋を対象とした安全係数の検討を行い、表-1の値を得た。今回はこの安全係数の妥当性を調べるため、幾つかの代表的な形式の水路橋に対し使用限界状態も含めた試設計を行った。本文はこれら既存水路橋に対する安全係数の検討方法と検討結果を報告するものである。

表-1 終局限界状態の安全係数

安全係数		供 用 時	地 震 時
材料係数	コンクリート γ_c	1.3	1.3
	鋼 材 γ_s	1.0~1.1	1.0~1.1
部材係数 γ_b	曲 げ 又 は 曲 げ + 軸 力	1.15	1.15
	せ ん 断	コンクリート 鋼材 1.30 1.15	コンクリート 鋼材 1.30 1.15
荷重係数 γ_l	死 荷 重	1.05	1.05
	水 荷 重	1.05	1.05
	雪 荷 重	1.1	1.1
	土 圧	1.2	1.2
	地 震 荷 重	—	1.0
構造物解析係数 γ_e		1.0	1.0
荷重組合係数		すべて 1.0	雪荷重に対してのみ 0.5、その他は 1.0
構 造 物 係 数 γ_a		1.05	1.05

2. 検 討 方 法

今回の検討のフローを図-1に示す。試算を行った水路橋は表-2に示すよう出来るだけ既存の水路橋形式を網羅するよう選定した。また限界状態設計の安全度は表-3のように定義した。なお許容応力度設計法による必要鉄筋量 A'_s 算出時には既存水路橋のコンクリート断面は変更せず鉄筋量のみを実際から変更した。

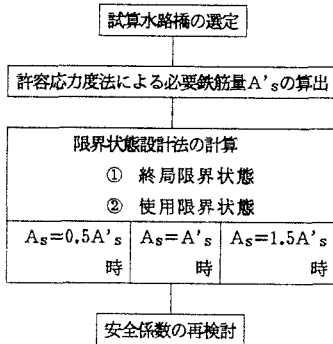


図-1 検 討 の フ ロ ー

表-2 試算水路橋の形式

形 式	試算水路橋	試 算 断 面
RC3径間連続桁	A水路橋	支点、支間中央
同 上	B水路橋	同 上
同 上	C水路橋	同 上
RC連続ラーメン橋	D水路橋	支点、支間中央、水路横断面
RCアーチ橋	E水路橋	スプリング、水路
RC壁式橋脚	A水路橋	壁、フーチング
RCラーメン式橋脚	B水路橋	橋梁、柱
同 上	D水路橋	橋梁、柱、フーチング

表-3 安全度（f）の定義

限界状態	安 全 度 (f)
終局限界状態	$\frac{\text{設計断面耐力} (\gamma_m \cdot \gamma_b)}{\text{設計断面力} (\gamma_l \cdot \gamma_a) \gamma_a}$
使用限界状態	$\frac{\text{ひびわれ幅の制限値}}{\text{設計曲げひびわれ幅}}$

3. 検 討 結 果

(1) 既存水路橋に対する妥当な安全係数

表-1の安全係数を用いた終局限界状態の試算結果を、図-2(a), (b)に示す。供用時に断面決定される部材の $A_s = A'_s$ 時の安全度は1.5程度とやや大きい値を示し、 $A_s = 0.65A'_s$ 付近で安全度が1.0となる。一方地震時に断面決定される部材は $A_s = A'_s$ 時に安全度が1.0を下回るケースがかなり多いことが判明した。そこで安全係数を見直し表-4の値とした。見直し後の安全係数を使用した試算結果を図-3に示す。供用時に断面決定される部材の安全度は1.2~1.3となり、地震時に断面決定される部材の安全度はほぼ1.0が確保されている。

以上のように安全係数の見直しにより、より良好なキャリブレーション結果が得られたと考えられる。

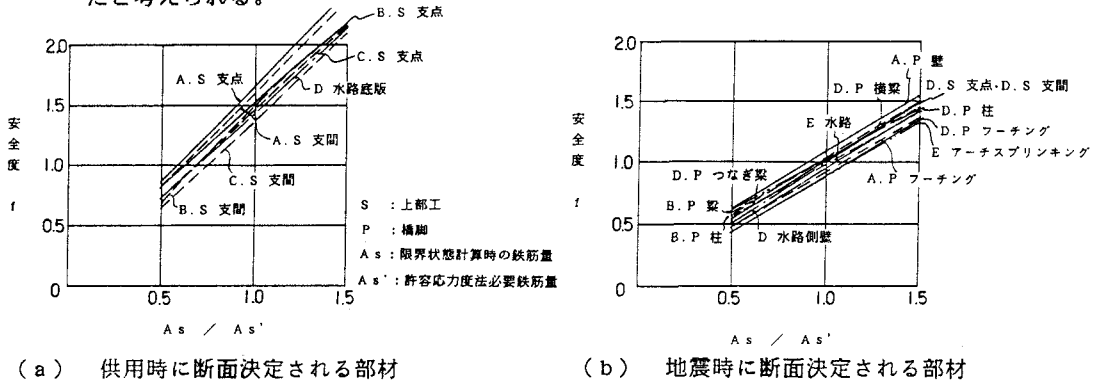


図-2 終局限界状態の曲げモーメントに対する試算結果

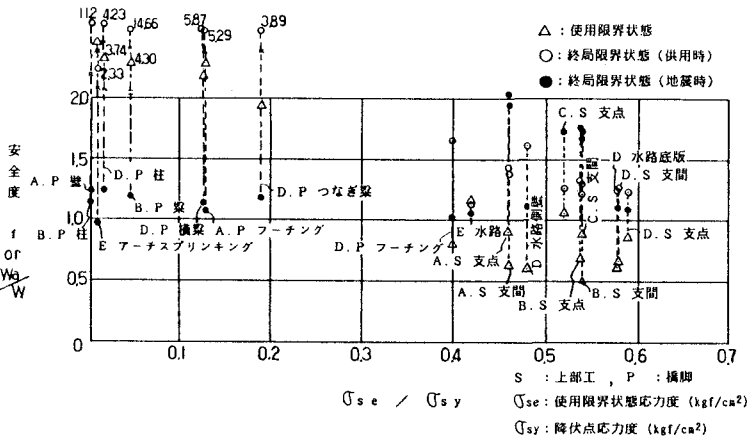


図-3 見直し後の安全係数を用いた試算結果

(2) クリテカルな限界状態

図-3では終局限界状態の他、使用限界状態の安全度を示しており、どの限界状態がクリテカルかがわかる。既存水路橋の場合 σ_{se}/σ_{sy} が 0.4以上では使用限界状態が、また 0.4以下では終局限界状態地震時がクリテカルな限界状態であることが判明した。

4. あとがき

図-3に示されるよう σ_{se}/σ_{sy} が 0.4以上では使用限界状態の安全度は 1.0を下回っている。既存構造物の場合使用限界状態の実際の確認が可能であるため、今後調査により使用限界状態の実態を調べ計算値と比較してみたいと考えている。

参考文献 1) 駒田・打田・内藤“既設構造物への限界状態設計法の適用性の研究”

土木学会関西支部年講，1989。

表-4 見直し後の安全係数標準値

安全係数		終局限界状態		使用限界状態
		供用時	地震時	供用時
材料係数	コンクリート γ_c	1.3	1.3	1.0
	鋼材 γ_s	1.0~1.1	1.0~1.1	1.0
部材係数 γ_b	曲げ又は 曲げ+軸力	1.15	1.15	1.0
	せん断	コンクリート 1.30	鋼材 1.15	1.0
荷重係数 γ_f	死荷重	1.05	1.0	1.0
	水荷重	1.05	1.0	1.0
	雪荷重	1.1	1.0	1.0
	土圧	1.2	1.0	1.0
	地震荷重	—	1.0	—
	温度変化の影響	—	—	1.0
構造物解析係数 γ_a		1.0	1.0	1.0
荷重組合係数		すべて 1.0	雪荷重に対して のみ 0.5	すべて 1.0
橋造物係数 γ_k		1.2	1.0	1.0