

鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強に関する一提言

株式会社 構造技術研究所 正会員 小郷政弘
九州工業大学 建設社会工学科 正会員 幸左賢二

1. はじめに

1995年阪神大震災後、震度法で設計された既設の鉄筋コンクリート橋脚に対して、地震時の追加検討として、水平保有耐力法の照査が必要となった。

このため、既設鉄筋コンクリート（以下RCと称す）橋脚の耐震性を向上させる対策としてRC巻立て、鋼板巻立て、炭素繊維巻立て等による補強が数多く行われている。

本提言は、上記の一般的な補強ではなく、橋脚天端の変形をアンカにて抑制し、水平保有耐力法（以下保耐法と称す）で用いる等価水平震度を大きく低減し、無補強の既設橋脚とアンカによって、直下型地震に耐え得る補強形式を提案するものである。

2. 保耐法と等価水平震度

表一に既設橋脚の補強設計フローを示す。

表中において、既設の復元設計においては、震度法によって躯体内の鉄筋量を推定する。さらに、推定した鉄筋量を用いて、平成8年道路橋示方書に規定された保耐法によって、既設橋脚の耐震性能を照査する。照査式は、次式の通りである。

$$P_u = k_{he} \cdot W \quad (2.1)$$

ここで P_u :橋脚の保有水平耐力

k_{he} :等価水平震度

W :等価重量

この時用いるのが等価水平震度であり、算定式は次の通りである。

$$k_{he} = c_z \cdot k_{hco} = c_z \cdot k_{hco}(T, \delta)$$

ここで c_z :地域別補正係数

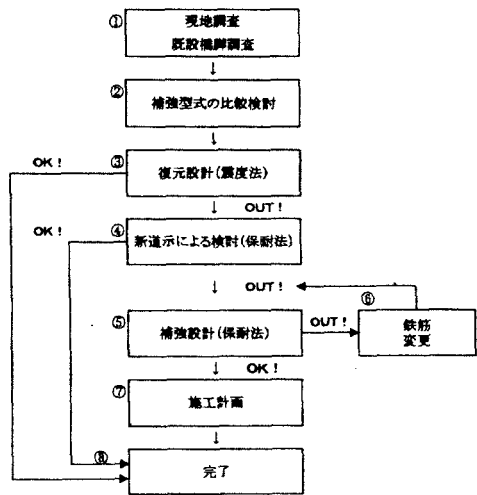
T :固有周期 ($T=2.01(\delta)\text{sec}$)

δ :上部構造作用位置の変位

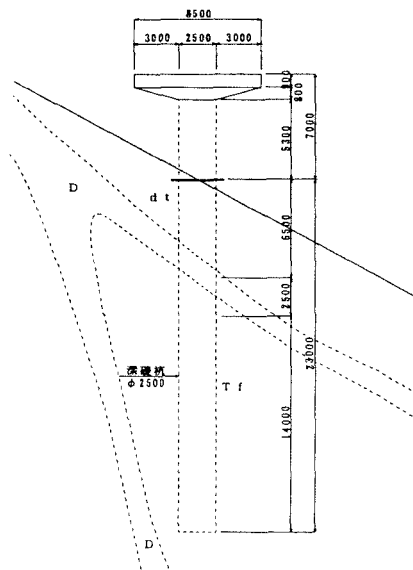
上記の式でわかる通り、効果的な補強設計を行うには、1) 等価水平震度の低減、2) 固有周期の低減、3) 上部構造作用位置の変位の低減を行う事が考えられる。

以上の事から、山岳地帯や急傾斜地等補強工事の足場、施工ヤードが確保しにくい橋梁の架橋区域において、既設橋脚の天端にアンカを定着し、橋梁天端の変位を抑制し、固有周期を低減し、等価水平震度を低減し、結果的に震度法のみならず、新道示に規定された補強効果を期待するものである。

表一 既設橋脚の補強設計フロー



図一 一般形状



3. 設計モデル

図一1に今回照査を行った一般形状を示す。
図からわかる通り、施工ヤードの確保が比較的困難な架橋位置である。

さらに、図一1の形状をモデル化したものが、図一2である。

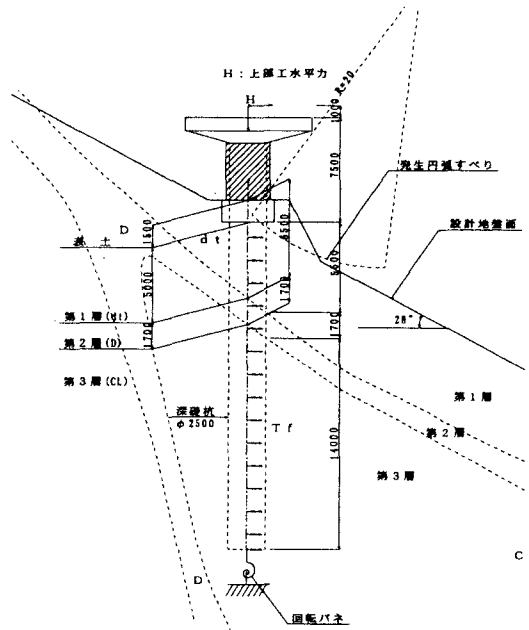
図一3に今回提案した、アノカによる既設橋脚の補強概要図を示す。

4. 補強計算結果

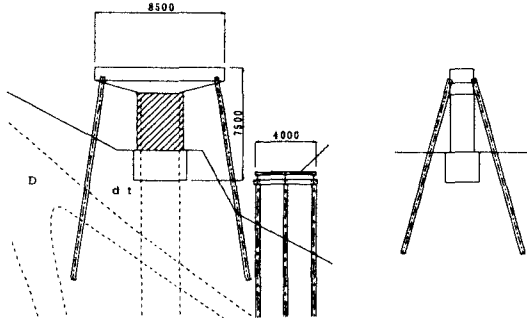
表一2に今回行った補強の計算結果を示す。
今回の補強計算結果より、次の事が言える。

- ①既設橋脚は、多くの場合震度法によって設計されており、保耐法の条件を満足しない。
- ②橋脚の天端の変位をアノカによって抑制し、等価水平震度を低減し、無補強の既設橋脚とアンカーによって、保耐法を満足する形式が考えられる。

図一2 設計モデル



図一3 補強概要図



表一2 補強の計算結果

地盤定数

	地層名	粘着力 (kN/m ²)	内摩擦角 (度)	単位重 (kN/m ³)	N値	変形係数 (kN/m ²)
第1層	層状地層物 (d1)	0	30	18	10	5000
第2層	凝灰岩D層 (D)	0	35	20	50	8000
第3層	凝灰岩CL層 (CL)	100	40	23	-	12000

※円錐すべりが発生する地層はバネ定数を0とした。

(1) 橋軸方向

既設設計

補強設計

	タイプ I	タイプ II	タイプ I	タイプ II
耐震性の判定 (kN)	耐震性 OK	耐震性 OUT	耐震性 OK	耐震性 OK
破壊形態 (kN)	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型
地震時保有耐力 (kN)	781.500	781.500	781.500	781.500
(等価水平震度) × (等価重量) (kN)	628.800	943.300	628.800	628.800
終局水平耐力 (kN)	781.500	781.500	781.500	781.500
せん断耐力 (補正係数 1.0) (kN)	1622.600	1622.600	1622.600	1622.600
せん断耐力 (kN)	1237.600	1430.100	1237.600	1430.100
等価水平震度	0.28	0.42	0.28	0.28
許容塑性率	3.580	6.160	3.580	6.160
設計水平震度	0.49	1.40	0.49	1.40
等価固有周期 (s)	0.320	0.320	0.320	0.320
等価重量 (kN)	2245.700	2245.700	2245.700	2245.700
等価重量算出係数	0.500	0.500	0.500	0.500

	タイプ I	タイプ II	タイプ I	タイプ II
残留変位による判定	OK	OK	OK	OK
許容残留変位 $\delta ra(cm)$	8.000	8.000	8.000	8.000
残留変位 $\delta r = Cr \cdot (\mu - 1) \cdot \delta y(cm)$	0.290	4.450	0.290	4.450