

I - B 307

## 流動化に伴う既設橋脚基礎の耐震補強例

阪神高速道路公団	正会員	丹波 寛夫
〃	〃	幸左 賢二
〃	〃	藤井 康男
八千代エンジニアリング	〃	中田 恒和

### 1. はじめに

阪神高速道路公団においては、兵庫県南部地震で被災した橋脚はもちろん、被災しなかった橋脚においても、復旧仕様をはじめ新たな知見を取り入れた耐震設計基準により補強対策を鋭意実施している。しかしながら、阪神高速道路5号湾岸線をはじめ、地盤の液状化に伴う流動化が原因と考えられる基礎の側方移動や基礎構造物自体の損傷も認められており、今後基礎についても新しい耐震設計基準に基づいた耐震点検を行い、補強の必要な橋脚については順次対策を実施するべく検討を行っている。

本稿では、地盤の液状化に伴う地盤の側方流動（以下『流動化』という。）に着目して実施した既設橋脚基礎の耐震補強の一例について報告するものである。

### 2. 検討対象橋脚

補強検討橋脚の抽出にあたっては、平成8年12月に改訂された道路橋示方書V耐震設計編（以下、『道示』という。）に基づき、液状化に伴う流動化の影響により橋脚基礎の安全性を確保できないと考えられる橋脚とした。道示<sup>リ</sup>によると、下記の2条件のいずれにも該当する地盤は、橋に影響を与える流動化が生じる可能性があるとして、流動化の影響について検討することとしている。

- ① 背後地盤と前面の水底との高低差が5m以上ある護岸によって形成された水際線から100m以内の範囲にある地盤。
- ② 液状化すると判定される層厚5m以上の砂質土層があり、かつ、当該土層が水際線から水平方向に連続的に存在する地盤。

検討の結果、補強必要と判定された橋脚の中で、本稿では河川敷に位置する橋脚を対象として補強検討した結果を以下に示す。

本橋脚は、昭和55年の道路橋示方書に基づいて設計された橋軸方向3m、橋軸直角方向16.2m、橋脚高5.7mのRC橋脚である。また、地盤はⅢ種地盤で、基礎は30.5mの場所打ち杭が24本である。本橋脚近傍の土質縦断面図を図-1に示す。

### 3. 補強設計

補強設計にあたっては、道示<sup>リ</sup>に基づき、下記の3ケースいずれも満足することとした。

- ① 流動化が生じると考えたケース

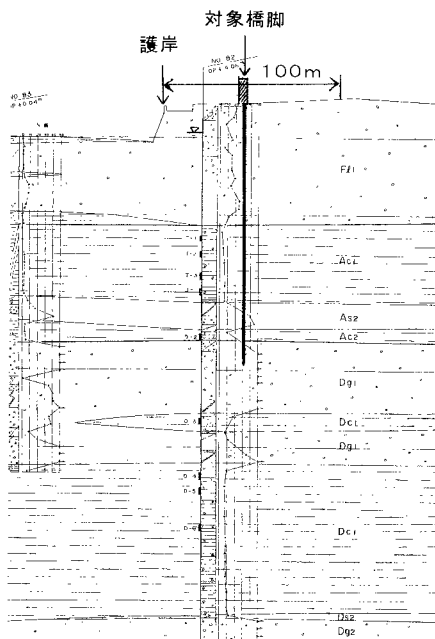


図-1 対象橋脚近傍の土質縦断面図

流動化、既設橋脚、耐震補強、増し杭

〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 大阪センタービル内

TEL. 06-252-8121

FAX. 06-252-4583

- ② 液状化だけが生じると考えたケース
- ③ 液状化も流動化も生じないと考えたケース

なお、流動力の算定にあたっては、液状化層上の非液状化層に受働土圧相当を、液状化層に全上載圧の30%の流動力をそれぞれ考慮することとした。一方、流動化の照査には、基礎天端における水平変位が許容変位(基礎の降伏変位の2倍)を上回らないこととした。

補強手法としては、公団の震災復旧工事に於いて実績のある増し杭工法を採用した。

補強前後の照査結果を表-1に示す。補強検討の結果、14本の増し杭が必要となった。なお、増し杭の配置は通常左右均等にしますが、地下埋設物の制約上、片側に10本、他方に4本という配置とした。

表-1 補強前後の照査結果

橋脚図	補強前			補強後		
	流動化時	液状化時	流動化も液状化も生じない	流動化時	液状化時	流動化も液状化も生じない
作用水平力 (流動力)	H (tf)	4190.75	4491.56	4491.56	4216.22	5323.60
降伏時水平力	H <sub>y</sub> (tf)	2173.31	3849.80	4112.26	3608.10	8468.21
判定			H > H <sub>y</sub> OUT	H > H <sub>y</sub> OUT	H < H <sub>y</sub> OK	H < H <sub>y</sub> OK
基礎の変位の照査 (流動化時)	液状化における水平変位	δ (cm)	23.011	24.595	27.760	24.595
	許容変位	2δ <sub>y</sub> (cm)	23.011	23.011	23.011	23.011
判定			δ > 2δ <sub>y</sub> OUT	δ < 2δ <sub>y</sub> OK	δ < 2δ <sub>y</sub> OK	δ < 2δ <sub>y</sub> OK
(設計震度作用時)	曲げモーメント	M (tf-m)	803.43	358.89	349.48	315.68
	降伏曲げモーメント	M <sub>y</sub> (tf-m)	526.51	526.51	420.84	420.84
	判定		M > M <sub>y</sub> OUT	M > M <sub>y</sub> OUT	M < M <sub>y</sub> OK	M < M <sub>y</sub> OK
	押し込み力	P <sub>n</sub> (tf)	812.90以上	812.90以上	401.83	509.23
判定			P <sub>n</sub> > P <sub>nn</sub> OUT	P <sub>n</sub> > P <sub>nn</sub> OUT	P <sub>n</sub> < P <sub>nn</sub> OK	P <sub>n</sub> < P <sub>nn</sub> OK
基礎応答特性	応答増倍率	μ	3.52	—	—	—
	判定		μ ≤ 4 OK	—	—	—
基礎の変位の照査	液状化における水平変位	δ (cm)	7.2	1.5	24.595	1.179
	許容変位	δ <sub>a</sub> (cm)	40.0	40.0	40	40.0
	判定		δ < δ <sub>a</sub> OK	δ < δ <sub>a</sub> OK	δ < δ <sub>a</sub> OK	δ < δ <sub>a</sub> OK
	フーチング回転角	α F0 (rad)	0.004	0.002	0.0003	0.0004
判定		F0 < α F0a OK	F0 < α F0a OK	F0 < α F0a OK	F0 < α F0a OK	
せん断耐力の照査	基礎せん断耐力	S (tf)	4492	4492	2422	5324
	基礎せん断耐力	P <sub>s</sub> (tf)	8666	8666	13689	13689
判定			S < P <sub>s</sub> OK	S < P <sub>s</sub> OK	S < P <sub>s</sub> OK	S < P <sub>s</sub> OK
備考	以下の場合において耐力不足となる。 1) 流動化時 2) 液状化も液状化も生じないケース			すべての場合において耐力を有する。		

#### 4. まとめ

本稿では、流動化に対する橋脚基礎の耐震補強の一例について報告した。なお、今回は道示に基づき検討したが、現在、阪神高速道路公団では、護岸からの距離による補正及び地盤の傾斜等を考慮した流動力の算出方法について検討を実施している。

#### 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，1996.12.