梁部にＡＳＲ劣化が生じた橋脚のフーチング調査

阪神高速道路（株）　正会員　○佐藤　彰紀
阪神高速道路（株）　正会員　辻村　政夫
阪神高速技術（株）　正会員　坂本　直太

１．はじめに

阪神高速道路におけるコンクリート構造物の、一部の橋脚および桁においてアルカリシリカ反応（以下、ASR とする）の発生が確認されており、主筋やスターラップが破断に至っているケースもごく少数であるが存在している。このうち橋脚の維持管理については、損傷の現状や点検の容易さから梁部を中心に行っており、耐震補強により鋼板巻き立てを行っている柱部や、基礎部の優先度は低くなっているのが現状である。本稿は、梁部において ASR 劣化が生じている橋脚のフーチング調査結果について報告するものである。

２．調査対象橋脚

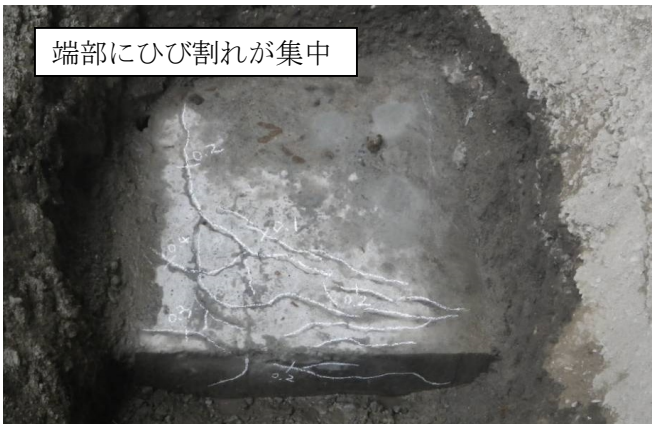
阪神高速道路では、ASR が確認された橋脚に対して、梁部のひび割れの状態から、劣化度を 4 段階に選別し維持管理を行っている。今回、梁部の劣化度が悪く、かつフーチングの掘削調査が可能な現場条件の橋脚 5 基を調査の対象とした（**表－1**）。

表－1　調査対象橋脚

	竣工年	梁部の外観劣化度	梁部の鉄筋破断
橋脚A	昭和44年	Ⅲ	無
橋脚B	昭和47年	Ⅳ	無
橋脚C	昭和47年	Ⅳ	無
橋脚D	昭和54年	Ⅲ	無
橋脚E	昭和54年	Ⅳ	有

３．ひび割れ発生状況の確認

掘削によりフーチングの上面を１ｍ四方程度露出させ、ひび割れの発生状況を確認した。この結果、ASR の特徴とされる亀甲状のひび割れが全面的に発生しているような状況はいずれの橋脚でも確認されなかったが、フーチング上面端部に集中するひび割れが確認されたものが 2 基あった（**図－1**、**図－2**）。これらのひび割れは、施工や鉄筋腐食に起因したひび割れとは考えられず、ASR により発生したひび割れと考えられた。他の 3 基については、上面の最上段鉄筋直上にひび割れが確認されたものの、ASR が原因であると断定することはできないものであった。



図－1　橋脚 A のひび割れ状況

図－2　橋脚 B のひび割れ状況

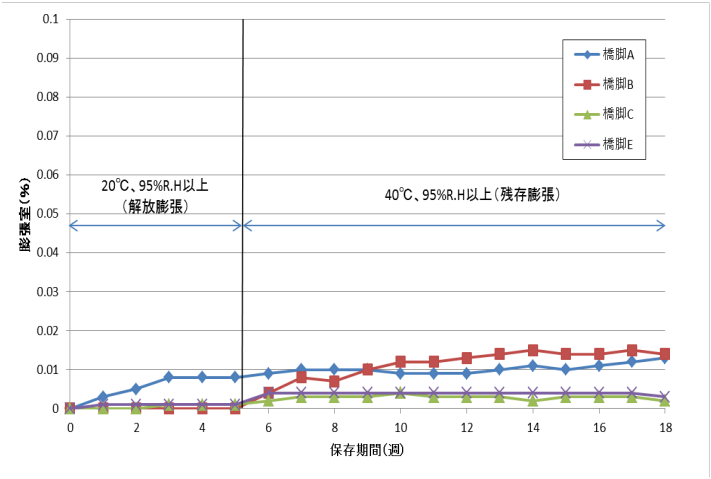
４．鉄筋腐食および破断の有無の確認

フーチング上面のレーダー探査により鉄筋位置を確認し、コア削孔によって鉄筋を露出させ、腐食状況や曲げ加工部の破断の有無の確認を行った。腐食状況については、いずれの橋脚もさび無しまたは部分的な表面さびの軽微なレベルであった。また、曲げ加工部について、破断は生じていなかった。

キーワード　アルカリシリカ反応、橋脚、フーチング
連絡先　〒541-0056 大阪市中央区久太郎町４－１－３　阪神高速道路㈱ 技術部　ＴＥＬ06-4963-5666

表－2　コア採取結果

		圧縮強度 (N/mm2)	静弾性係数 (kN/mm2)	反応リング	ゲルの滲出
設計		24	25		
橋脚A	①	42	28.8	無	無
	②	31	19.2		
	③	36.9	21.3		
橋脚B	①	21.2	14.9	有	有
	②	14.7	10.1		
	③	14.5	6.1		
橋脚C	①	22.1	23.3	わずかに有	無
	②	20.2	14		
	③	22	24.6		
橋脚D	①	37.8	29.1	無	無
	②	41.5	31.3		
	③	41.3	34.5		
橋脚E	①	31.4	33.2	無	無
	②	31.6	35.1		
	③	33.2	31.2		



図－3　促進膨張試験結果（JCI－DD2 法）

表－3　梁部とフーチング部のセメント種別および粗骨材の構成割合

		橋脚A		橋脚B		橋脚E	
		梁	フーチング	梁	フーチング	梁	フーチング
セメント種別		普通セメント	普通セメント	普通セメント	高炉セメント	データなし	高炉セメント
粗骨材の割合	安山岩	10.0	－	データなし	33.0	－	－
	熔結凝灰岩	－	－		－	100.0	－
	花崗岩	－	－		2.2	－	－
	チャート	19.4	10.4		2.8	－	－
	凝灰岩	－	1.8		13.5	－	－
	砂岩	56.8	41.1		40.8	－	－
	頁岩	－	11.5		－	－	－
	粘板岩	13.8	－		－	－	－
	泥岩	－	－		5.6	－	－
	砂質片岩	－	－		－	－	62.8
	珪質片岩	－	6.5		－	－	31.2
	片麻岩	－	16.7		1.7	－	－
	泥質片岩	－	8.8		－	－	0.8
	石英脈	－	3.2		0.3	－	5.3
劣化状況		外観劣化度Ⅲ	端部ひび割れ	外観劣化度Ⅳ	端部ひび割れ Co強度低下	外観劣化度Ⅳ 鉄筋破断	鉄筋に沿ったひび割れ

５．　採取コアを用いた試験

フーチング上面から直径 100 ㎜のコアを採取し、圧縮試験および表面の観察を行った結果を**表－2** に示す。骨材周辺に反応リングが確認された橋脚 B、C において、強度および静弾性係数が設計値を下回っていた。特に値が低かった橋脚 B のコア採取位置は、コア①が最も柱に近く、コア③が最も端部に近かったことから、表面ひび割れ状況と強度低下の傾向は一致しているといえる。また、コアの強度試験結果を用いたフーチング断面の応力照査を行い、問題となるレベルには至っていないことを確認した。次に、促進膨張試験の結果を**図－3** に示す。なお橋脚 D は橋脚 E と隣接しており、強度も基準値以上であったため、促進膨張試験は橋脚 D を除いて実施した。膨張量は橋脚 A、橋脚 B が相対的に高いが、有害と判断される 0.1%に比べると小さい値であった。試験後のコアの表面観察の結果、橋脚 A、B、C のコア表面にゲルの滲出が確認された。以上より、橋脚 A、B、C のフーチングでは ASR による変状が生じているが、今後損傷が大きく進行する可能性は低いと思われる。**表－3** に、梁部とフーチング部のセメント種別および粗骨材の構成割合を調査した結果を示す。梁部の調査は過去に実施されており、データがないものもあった。橋脚 A について、梁とフーチングにはともに普通セメントが用いられているが、粗骨材の構成割合が異なっており、劣化度が部材ごとに異なる要因の 1 つになっていると考えられる。また、橋脚 B のフーチングでは高炉セメントが使用されているが、ASR は十分に抑制されていないことが分かった。

６．　まとめ

ASR 橋脚の梁部とフーチング部の劣化度は、セメント種別や粗骨材割合等の違いにより異なる場合がある。現在、追加調査や、劣化が構造系全体に及ぼす影響検討を計画しており、維持管理方針の策定につなげていきたいと考えている。