撤去したＡＳＲ橋脚梁のコンクリート物性調査

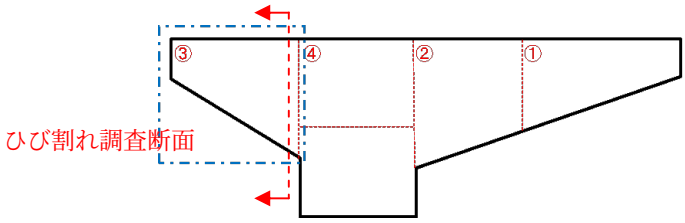
阪神高速道路株式会社　正会員　○堀岡　良則
阪神高速道路株式会社　正会員　佐藤　彰紀
阪神高速技術株式会社　正会員　坂本　直太

１．概要

阪神高速道路大阪港線東行きを拡幅する工事の一部の橋脚において，ＡＳＲ劣化が顕著であることが判明した．これらの橋脚は，拡幅に伴う耐荷性能を満足しないため，既設の梁部を撤去し，車線拡幅に対応する梁部が再構築されている．撤去したＡＳＲ劣化した橋脚梁を対象に各種の試験・調査を実施した．供用中の構造物では，実施が困難なコンクリート内部の物性調査及び鉄筋切断を伴う鉄筋応力調査について報告する．

２．対象梁

撤去した４基の梁は，図-1 示すように現地において４つのブロックに分割した後，別途ヤードに運搬された．撤去した梁の中で，ひび割れ密度が最も小さい梁Ａと最も大きい梁Ｂの③ブロックを対象に試験・調査を行った．対象橋脚の構造諸元を表-1 に示す．



図－１　梁切断ブロック図

表－１　構造諸元

橋脚(梁)名	A	B
構造形式	RCT式単柱橋脚	
基　礎	杭基礎(場所打ち杭)	
高　さ (m)	9.21	10.57
梁　幅 (m)	11.95	11.95
設計基準強度 σ_{ck}(N/mm²)	27	
静弾性係数 E(kN/mm²)	26.5	
ひび割れ密度 (m/m²)	1.28	3.44

３．試験・調査内容

試験対象の梁に，コンクリート表面は近接目視により，切断面については，ひび割れ探傷剤を使用して，ひび割れ調査を行った．コア試験は，コアをコンクリート表面近傍とコンクリート内部において，それぞれ橋軸方向，橋軸直角方向及び鉛直方向の三方向から採取し，圧縮強度試験（圧縮強度，静弾性係数），塩化物イオン濃度調査，促進膨張試験を行った．促進膨張試験は現在実施中である．超音波伝播速度計測は，採取したコアと切断ブロックの橋軸方向，橋軸直角方向において行った．鉄筋応力調査は，コンクリートをはつり，橋軸直角方向に配置されている水平鉄筋および鉛直方向に配置されているせん断補強鉄筋にひずみゲージを取り付けた．その後鉄筋を切断し，鉄筋の応力を解放し，ひずみ量の測定を行った．撤去した梁において実施した調査・試験内容を表-2 に示す。

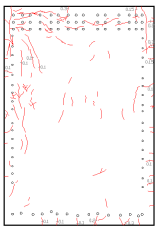
表－２　調査・試験一覧表

調査・試験項目		調査方法	数量	備考
ひび割れ調査		近接目視	6面	
		ひび割れ探傷剤噴霧	2面	
超音波伝播速度測定		超音波透過法	46点	ブロック
			36点	コア
鉄筋応力度調査		ひずみゲージ法	24点	水平鉄筋，帯鉄筋
コア試験	圧縮強度	JIS A 1107	36本	橋軸，直角，鉛直
	静弾性係数	JIS A 1109	36本	橋軸，直角，鉛直
	塩化物イオン濃度調査	蛍光X線分析装置法	12本	
	促進膨張試験	JCI-DD2法	12本	橋軸，直角，鉛直

４．調査結果

(1)ひび割れ調査

コンクリート表面を近接目視によりひび割れ調査を行った結果，ブロックの表面のひび割れ密度は，梁Ａで 1.28(m/m²)，梁Ｂ3.44(m/m²)でであった．梁Ｂの切断面のひび割れ状況を図-2 に示す．図-2 より，ひび割れはかぶりコンクリートにとどまらず，主鉄筋より内部のコンクリートにも発生していた．とりわけ，内部のコンクリートの発生したひび割れは，鉛直方向に生じたものが多かった．



図－２　梁Ｂ断面ひび割れ図

キーワード　ＡＳＲ，圧縮強度，静弾性係数，鉄筋ひずみ
連絡先　〒552-0006　大阪市港区石田 3-1-25　阪神高速道路（株）大阪管理局保全部保全設計課　ＴＥＬ06-6576-3894

(2)超音波伝播速度測定

超音波伝播速度の測定は，採取したコアを測定するとともに，切断したブロックの橋軸直角方向，橋軸方向の部材長に超音波を透過させ，コンクリートの超音波伝播速度を測定した．表-3 に測定結果を示す．測定結果から，ひび割れ密度が大きい梁Ｂの方が概ね伝播速度が小さかった．また，採取したコアの方向での有意な差は無かった．全ての方向で，部材の深い位置で採取したコアの方が浅い位置で採取したコアよりも伝播速度が大きかった．また，採取したコアで計測した伝播速度より，切り出したブロックで計測した伝播速度が小さい傾向であった．

表－３　超音波速度計測結果

	方向	深度	伝播速度(m/s) コア	伝播速度(m/s) ブロック
梁A	直角	浅	3969	3996
		深	4130	
	橋軸	浅	3946	3799
		深	4020	
	鉛直	浅	3837	—
		深	4049	
梁B	直角	浅	3911	3757
		深	3995	
	橋軸	浅	3485	3265
		深	3677	
	鉛直	浅	3654	—
		深	3949	

(3)圧縮強度試験

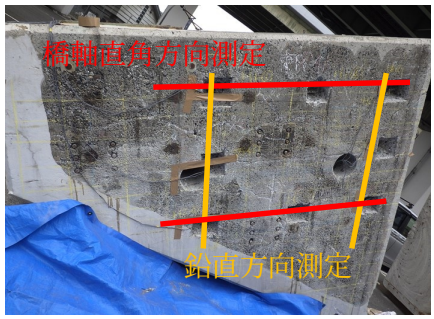
採取したコアの圧縮強度試験（圧縮強度，静弾性係数）を行った結果を表-4 に示す．超音波伝播速度測定と同様に，ひび割れ密度が大きい梁Ｂの方が概ね圧縮強度，静弾性係数が小さかった．特徴的な結果は，梁Ａ，梁Ｂともに鉛直方向で採取したコアの静弾性係数でみられた．浅い位置で採取したコアの静弾性係数の方が深い位置で採取したコアの静弾性係数が著しく小さかった．一方，圧縮縮強度は，採取したコアの方向，深度での差はみられなかった．

表－４　圧縮強度試験結果

	方向	深度	圧縮強度 σ(N/mm²)	静弾性係数 E (kN/mm²)
梁A	直角	浅	30.2	22.5
		深	30.1	24.5
	橋軸	浅	33.6	25.4
		深	31.4	23.2
	鉛直	浅	29.4	16.0
		深	30.1	24.5
梁B	直角	浅	23.8	14.4
		深	22.8	15.1
	橋軸	浅	20.1	7.8
		深	25.0	10.1
	鉛直	浅	20.0	8.8
		深	28.4	13.6

（4）鉄筋応力調査

コンクリートの表面をはつり，鉄筋を露出させてひずみゲージを設置した後に，鉄筋を切断することにより，切断後のひずみ量を測定した．図-3 に示すように，１ブロックあたり帯鉄筋（D16）４本，橋軸直角方向の水平鉄筋（D22）４本において，それぞれ３点でひずみを計測した．計測したひずみの結果を表-５に示す．ひび割れ密度が大きい梁Ｂの方がひずみ量は大きかった．方向に着目すると橋軸方向（水平鉄筋）より鉛直方向（帯鉄筋）の方が大きなひずみ量が生じた．最も大きいひずみ量（1332μ）を引張応力に換算すると，266(N/mm²)相当であった．



図－３　鉄筋ひずみ計測位置図

表－５　鉄筋ひずみ計測結果

	方向	ひずみ μm	応力換算 N/mm²
梁A	橋軸直角(水平筋)	103	21
	鉛直(帯鉄筋)	413	83
梁B	橋軸直角(水平筋)	455	91
	鉛直(帯鉄筋)	1332	266

５．考察

既往の研究[1)]では，ＡＳＲ劣化を受けたコンクリート構造物は，表面近傍の劣化が著しく，内部のコンクリートは比較的健全であるとされている．本調査では，概ね圧縮強度は，深度の違いによる差は小さかった．しかし，静弾性係数（設計値：26.5 N/mm²）は，表－４より，梁Ａ，梁Ｂともに鉛直方向の浅い位置における静弾性係数（梁Ａ：16N/mm²，梁Ｂ：8.8N/mm²）が深い位置における静弾性係数（梁Ａ：24.5N/mm²，梁Ｂ：13.6N/mm²）と比較すると顕著に低い値であった．これは，橋脚天端面は，他の損傷による帯水が生じ易く，コンクリートの劣化が大きいことが考えられる．また，既設鉄筋の水平鉄筋と帯鉄筋のひずみ計測の結果，帯鉄筋の鉛直方向のひずみが顕著であった．これは，ＡＳＲ劣化が生じたコンクリート梁は，梁断面方向に膨張し，帯鉄筋が破断に至るというこれまでの知見と合致した傾向をとられることができた．今後，現在実施中の促進試験結果と併せて，断面方向の傾向を検証したい．

参考文献

１）　アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン（案）平成２０年３月　ＡＳＲに関する対策検討委員会