

ASR による劣化を受ける PC 部材の長期性状評価に関する実験計画

日本鋼弦コンクリート(株) 正会員 ○上仁健一郎
 (株)富士ピー・エス 正会員 工博 真鍋英規
 ピーシー桥梁(株) 正会員 廣井幸夫
 京都大学大学院工学研究科 正会員 工博 宮川豊章

1. はじめに

近年、アルカリ骨材反応 (以下、ASR と称す) によるコンクリートの膨張によってコンクリート構造中の鉄筋の曲げ加工部や圧接継手箇所の一部で鋼材が破断している事例が複数確認されている。プレストレストコンクリート (以下、PC と称す) に関してはこれまでのところ、T形橋脚 PC はりのスターラップ破断が報告されているものの、上部構造については、主構造に著しい性能低下がみられるなどの事態には至っていない。しかしながら、この問題がクローズアップされて以来、上部構造における ASR 劣化事例も数橋報告され始めており、PC 全体に課された問題として捉え、対処していく必要がある。

ASR により劣化した PC 部材の長期性状に関する既往の研究は少なく、PC 部材の ASR 対策を講じる上で解明すべき問題点も明らかにされていない。本研究では ASR により劣化する PC 部材の基礎的性状を把握し、またその対応方法を検討する目的から、実構造物を模した大型 PC はり等を製作し、長期的な計測を行うこととした。

2. 本実験での探求課題と実験概念

これまでの PC 部材の ASR 劣化に関する研究は次のような状況にある。

- ・反応性骨材を用いて劣化させた供試体を長期にわたり調査・計測し、残存プレストレス量とその分布、鉄筋ひずみ、コンクリートひずみなどを把握しているデータは存在しない。
- ・研究室レベルでの小型供試体を用いた耐荷力に関する実験はあるものの、ASR 劣化の部材体積への依存性を検証するために、実物大に近い断面を用いた例は見あたらない。
- ・スターラップが破断した部材のせん断耐力をどう評価するかについての知見がほとんどない。

以上のことを踏まえて、ASR により劣化した PC 部材に対し、早急な解明を要すものとして以下の4項目に着目した (表-1)。

表-1 実験概念

探求課題		特徴	実験分類
残存プレストレス	導入プレストレス量および断面内分布の時間的変動	反応性骨材の使用	供試体 シリーズ I
長期劣化性状	プレストレスが導入された部材の長期的な劣化性状の把握	劣化後の力学性状確認	
体積効果	部材体積の多寡がASR劣化に及ぼす影響	大型・小型供試体による比較	供試体 シリーズ I I
せん断耐力	ASR劣化したPC部材においてスターラップが破断する影響	補強効果の確認 補強後の残存膨脹考慮	

表-2 シリーズIの供試体種類

供試体No.	供試体サイズ	使用骨材
I-1-a	大型	反応性骨材
I-1-b		健全骨材
I-2-a	小型	反応性骨材
I-2-b		健全骨材

$$A = \frac{(1-1-b)}{(1-1-a)} : \text{ASRの性状確認}$$

$$B = \frac{(1-2-b)}{(1-2-a)} : \text{ASRの性状確認}$$

$$C = \frac{A}{B} : \text{ASRの体積効果に関する検証}$$

図-1 シリーズIによる評価イメージ

本実験では実橋における ASR の劣化性状の確認を主目的とし、表-2 の供試体種類を製作した。図-1 に示す比較対照により探求課題の評価を行えるよう実験を計画した。

3. シリーズ I 実験概要

3.1 供試体寸法

部材の断面寸法は、大型供試体【I-1】については、せん断耐力¹⁾における寸法効果の影響が少なくなるよう、有効高 $d=1.0\text{m}$ 以上を確保するものとし、PC 上部工での断面積相当かつ運搬制約等の条件より定めた (図-2)。

体積効果確認用とする小型供試体【I-2】については、【I-1】と同様、多くの施工実績がある構造形式のうち、プレテンション方式 PCT げたの断面積と同等となるべく断面を設定した。

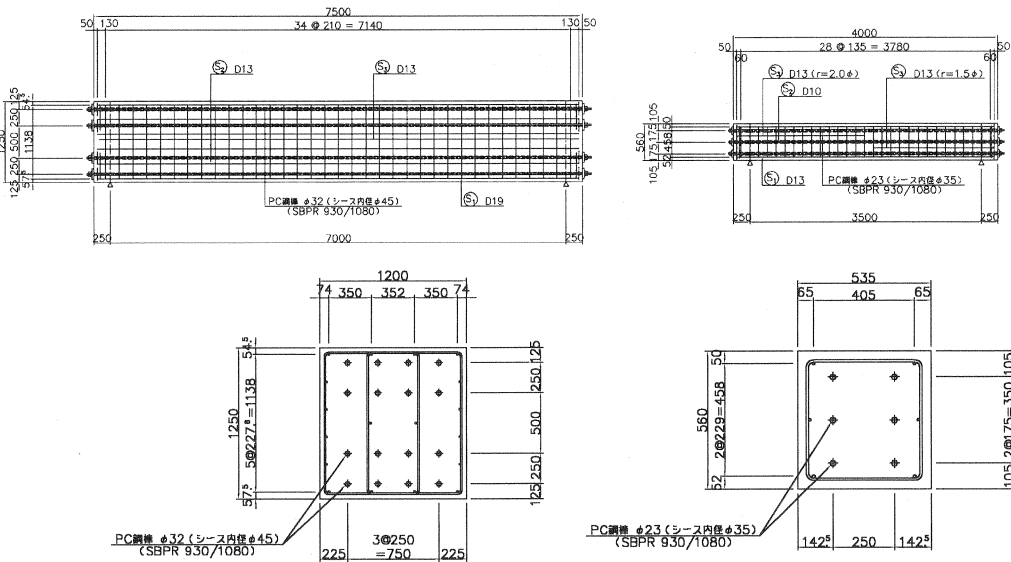


図-2 大型および小型供試体

3.2 コンクリートの配合

供試体に用いるコンクリートの配合は、実際に ASR による劣化が報告されている橋脚 PC ばりのものを基本とした。表-3 に供試体の配合計画を示す。このうち反応性骨材については北海道産安山岩を用い、供試体製作に先立ち配合比率を決定した。この供試体の配合に対する反応性確認試験 (ペシマム試験: 写真-1) を表-4 の配合比率にて実施し、膨張びずみの経時変化 図-3 を得た。これにより、配合 (■) をペシマム条件とし本実験供試体で採用した。なお、粗骨材の配合比率については既往の実験²⁾ を参考としている。

表-3 供試体現場配合

粗骨材 最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
					水 W	セメント C	細骨材		粗骨材		混和剤 A	活性珪砂 ¹⁾ NaCl
							反応性 Sr	非反応性 Sn	反応性 Gr	非反応性 Gn		
20	8	45.1	3.0	43.1	172	381	768(Sn+Sr)		1039(Gn+Gr)		3.81	11.94
配合比率および試験結果により決定する							514	525				

セメントの種類: 早強ポルトランドセメント 混和剤: ポゾリス No. 70

膨張びずみの経時変化 図-3 を得た。これにより、配合 (■) をペシマム条件とし本実験供試体で採用した。なお、粗骨材の配合比率については既往の実験²⁾ を参考としている。

表-4 ペシマム試験配合条件<配合比率(%)>

配合No.	細骨材		粗骨材	
	反応	非反応	反応	非反応
● I	50	50	50	50
▲ II	60	40	50	50
■ III	40	60	50	50

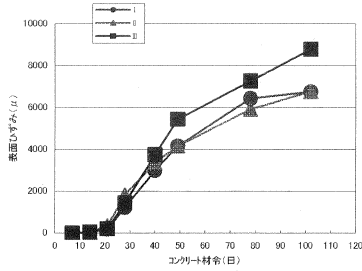


図-3 ペシマム試験結果

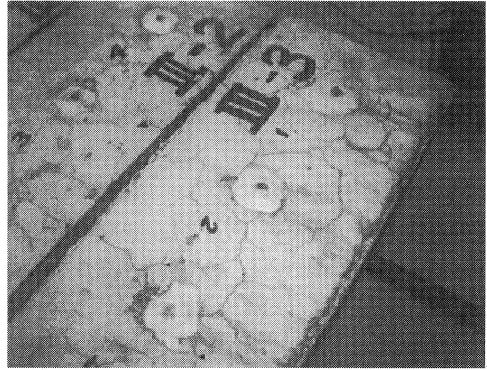


写真-1 ペシマム試験

3. 3 計測計画

本実験での計測項目を表-5 に示す。ここで、長期モニタリングの完了と荷重試験実施時期は、鉄筋破断を生じたとみられる時点を目安としている。荷重試験は、ASR 劣化による耐荷力評価のみを想定しており、補強効果の検討についてはシリーズ II で行う。

表-5 計測項目

計測項目	計測機器名	仕様	時期
膨張長量計測	コンタクトスレーンゲージ	標点間距離300mm	長期モニタリング
	鉄筋貼付ゲージ	溶接型ゲージ (AWC-8B-11-3LT)	長期モニタリング 荷重試験時
	ひずみ計・鉄筋貼付ゲージ (コンクリート内部ひずみ計測用)	ひずみ計 (KM-100BT) 溶接型ゲージ (AWC-8B-11-3LT)	長期モニタリング
	グラウトPC鋼材貼付ゲージ	溶接型ゲージ (AWC-8B-11-3LT)	長期モニタリング 荷重試験時
	アンボンドPC鋼材ロードセル		長期モニタリング
	超音波透過速度		長期モニタリング 荷重試験時
	ひび割れ分布計測	目視	長期モニタリング 荷重試験時
荷重試験時計測	高感度変位計	CDP-50	荷重試験時

4. シリーズII 実験概要

シリーズIIでは、ASRによりスターラップが破断したPCはりのせん断耐力の回復に有効な補強工法を小型供試体により検討する。基本的な考えは、耐震補強等で行われているせん断補強と同じであるが、補強後に残存膨張の影響を受ける点が、ASRを対象とした本実験の特徴である。

4.1 供試体寸法

部材の断面寸法およびコンクリート配合等は、他機関で実施されている研究データとの補完を目的として、既往の実験²⁾の供試体と同じとし、300×300×2000mmの供試体を用い検証を行う。また、部材のせん断耐力を評価する荷重試験では、せん断破壊させるためのせん断スパン比(a/d)が重要な要素となるため、荷重時のa/dについても、これまでに実施されているものを用いることとした。

表-6 シリーズIIの供試体種類

	暴露日数	補強実施時期	耐力試験実施時期	プレ導入	ASR劣化の有無	スターラップの配置	せん断補強
①	基準供試体 1	B	B	○	×	○	×
②	〃 2	B	B	○	○	○	×
③	〃 3	B	B	○	○	○(切断)	×
④	〃 4	B	B	○	○	×	×
⑤	補強供試体 1	A	B	○	○	×	○
⑥	〃 2	A	B	○	○	×	○
⑦	〃 3	A	B	○	○	×	○

補強量はスターラップ量相当
補強時期はASR劣化後
A:劣化するまでの期間(日)
B:A+α(日)
α:残存膨張(日)

..... 評価イメージ

①-② : コンクリート劣化の影響
②-③ : スターラップ破断の影響
②-④ : スターラップ配置効果
⑤⑥⑦-④ : 補強効果

スターラップを曲げ加工部で切断し、コンクリートへの定着が不確実となることを再現したケースにおいても、そのスターラップは幾分かのせん断力を負担できるものと考えられ、補強工法により得られる効果が確認できない。そのため補強工法を施す供試体は、スターラップを配置せずに、それに代わる補強案を実施することとした。このシリーズの荷重試験は、ASRによる劣化が顕著となった後に行うものとする(表-6)。

5. おわりに

以上の研究は、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会「ASR対策検討委員会」の業務の一環で行われているものである。供試体は本年3月に製作完了し、現在、(株)富士ビー・エス三重工場にて屋外自然暴露し、長期計測をスタートしている(写真-2)。計測結果、考察については、今後の状況とともに別の機会に報告したい。

最後に、本実験の計画立案に際して貴重なご指導ご協力を頂きました関係各位に対し、ここに記して謹んで謝意を表します。

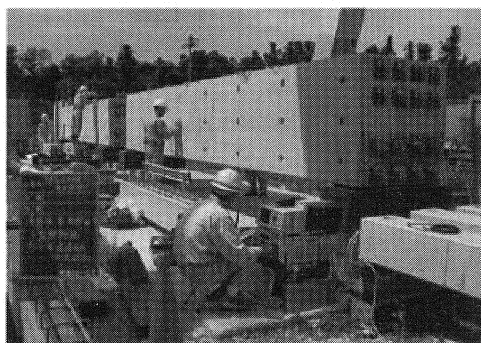


写真-2 計測状況

参考文献

- 1) 土木学会:2002年版コンクリート標準示方書 改訂資料 p.22 平成14年
- 2) 阪神高速道路公団, 日本材料学会:アルカリ骨材反応橋脚の維持管理に関する調査研究業務報告書 平成16年3月