

ASRにより劣化したPC部材におけるせん断耐力および補強に関する実験的研究

(株)安部日鋼工業 正会員 ○村井 篤
 極東工業(株) 正会員 西村 一紀
 三井住友建設(株) 正会員 室田 敬
 ドービー建設工業(株) 正会員 小林 義信

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、コンクリート中の鉄筋の曲げ加工部や圧接継手部で鋼材が破断している事例が複数確認されている¹⁾。プレストレストコンクリート (以下、PCと称す) に関しては主に下部構造において、橋脚PC梁のスターラップなどの破断が報告されている。上部構造においては、鉄筋が破断するなど著しい性能低下がみられる事例は報告されていないが、ASRによるコンクリートのひび割れなど数橋報告されており、PC全体の重要な課題と言える。

本研究は、PC建協ASR対策検討委員会 (委員長: 京都大学大学院 宮川豊章教授) にてシリーズII実験として実施しているものである。実験は、実構造物を模したPCはり試験体を製作し、ASRによる劣化がせん断耐力に及ぼす影響、ならびに各種せん断補強工法による補強効果の確認を目的としたものである。ASRによりスターラップが破断したPC部材についての既往の研究は少なく、PC部材のASR劣化対策を講じる上でも重要な研究課題と考える。

現在、実験開始から約1年半が経過した段階であり、ここではその中間報告を行うものである。

2. 実験の目的および試験体概要

本実験の目的は表-1のとおりである。せん断耐力の確認は載荷試験により行う。載荷試験の時期はASRによる劣化が進行したのちを計画している。なお、補強工法の基本的な考え方は、耐震補強で行われるものと同じであるが、補強後にASRによる残存膨張の影響が加わる点が本実験の特徴である。

試験体の概要は表-2のとおりである。試験体の部材寸法、コンクリートの配合などは、既往の研究成果や他機関で実施されている研究²⁾と相互にデータが補完できることを目的とし決定した。また、載荷試験ではせん断破壊を先行させるため、試験直前にプレストレスに調整を加えることとした。

試験体は、①健全骨材、ASR反応性骨材 ②スターラップ有り、破断、無し ③補強無し、有りの要素の組み合わせとし7体とした。要素の組み合わせについて表-3、試験体構造図を図-1に示す。

表-1 実験の目的

- ①ASR劣化がせん断耐力に及ぼす影響の確認
- ②スターラップの破断がせん断耐力に及ぼす影響の確認
- ③せん断耐力の回復に有効な補強工法の検証

表-2 試験体概要

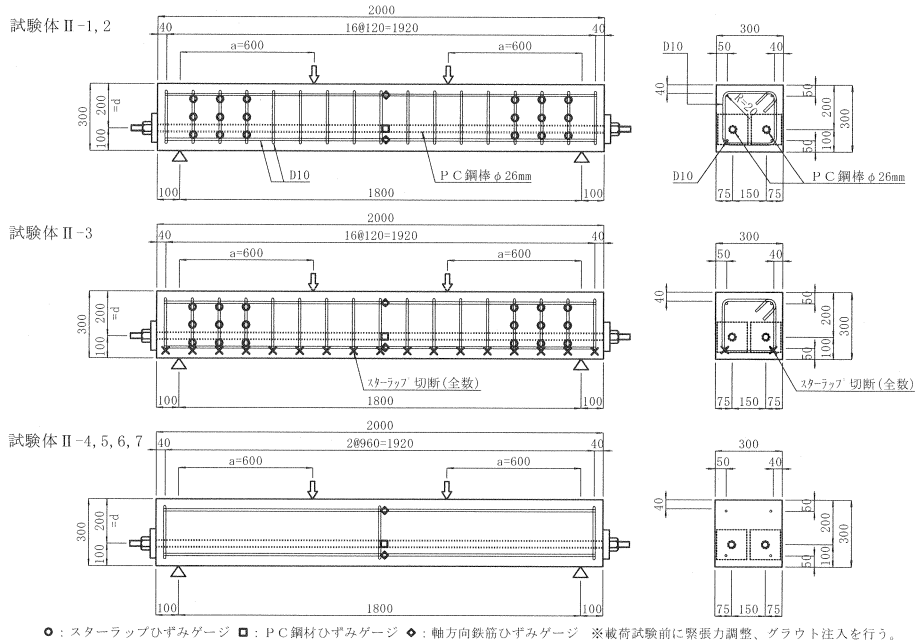
- ・試験体寸法 0.300×0.300×2.000m
- ・部材高1/3の位置にPC鋼棒φ26-2本を配置
- ・プレストレスにより下縁側10N/mm²の圧縮応力を導入
- ・せん断補強鉄筋比約0.5%のスターラップを配置 (スターラップ有り試験体の場合)

表-3 要素の組み合わせ

		暴露日数	補強実施時期	試験実施時期	プレストレス導入	ASR劣化	スターラップ配置	せん断補強	備考
II-1	補強無	B	—	B	○	×	○	×	健全
II-2	〃	B	—	B	○	○	○	×	ASR
II-3	〃	B	—	B	○	○	○(切断)	×	ASR鉄筋破断
II-4	〃	B	—	B	○	○	×	×	ASR無筋
II-5	補強有	B	A	B	○	○	×	○	鉛直外ケブル
II-6	〃	B	A	B	○	○	×	○	大偏心外ケブル
II-7	〃	B	A	B	○	○	×	○	連続繊維

※補強量はスターラップ相当を目標。

補強実施時期; A≒1年 暴露日数 (せん断載荷試験実施時期); B≒2年
 残存膨張日数; α = B - A ≒ 1年



○: スターラップひずみゲージ □: P C鋼材ひずみゲージ ◆: 軸方向鉄筋ひずみゲージ ※載荷試験前に緊張力調整、グラウト注入を行う。

図-1 試験体構造図

載荷試験時の荷重載荷位置は、既往の研究³⁾⁴⁾から、 $a/d=3$ (せん断支間 $a=0.600m$, 有効高 $d=0.200m$)で計画している。せん断耐力の測定は、ひずみゲージで計測することとした。評価方法はそれぞれの試験体で得られたせん断耐力を比較することとし、表-4のように考える。

表-4 評価方法

(II-1)	-	(II-2)	=	ASR劣化の影響
(II-2)	-	(II-3)	=	スターラップ破断の影響
(II-2)	-	(II-4)	=	スターラップ配置の影響
(II-5, 6, 7)	-	(II-4)	=	せん断補強の効果

3. せん断補強工法

せん断補強工法は、ASRによりスターラップが破断したPCT桁を想定して実施工に応用可能で、補強後の目視点検が可能な工法として、

- ① 鉛直外ケーブル工法
- ② 大偏心外ケーブル工法
- ③ 連続繊維補強工法

の3工法とした。補強設計は、棒部材の設計せん断耐力式⁵⁾を基本とし、 V_{sd} (スターラップ分担力)を補うレベルとした。

式-1 棒部材の設計せん断耐力式

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{ped}$$

- V_{yd} : 棒部材の設計せん断耐力
- V_{cd} : コンクリートが受け持つせん断耐力
- V_{sd} : せん断補強材が受け持つせん断耐力
- V_{ped} : 軸方向緊張材のせん断方向分力

3.1 鉛直外ケーブル工法

- ① 鉛直方向にせん断補強鋼材としてP C鋼材($\phi 9.2mm$)を配置するとともにプレスを導入する。

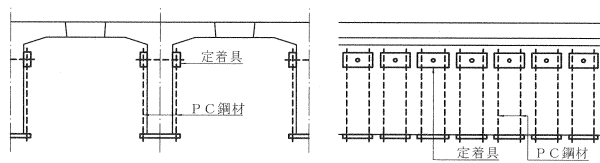


図-2 鉛直外ケーブル工法イメージ

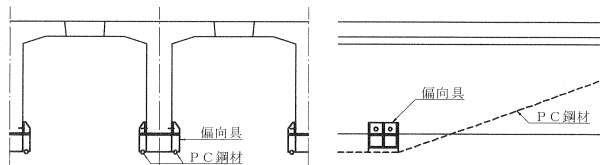


図-3 大偏心外ケーブル工法イメージ

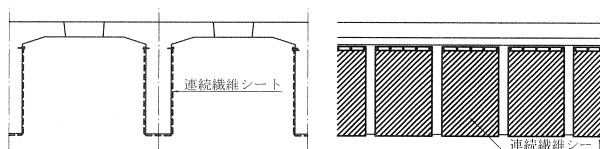


図-4 連続繊維補強工法イメージ

②せん断補強材が受けもつせん断耐力(V_{sd})の向上と拘束効果に期待する(図-2)。

3.2 大偏心外ケーブル工法

①外ケーブル(1S21.8mm)を配置し、張力増加による軸方向緊張材のせん断方向分力(V_{ped})の向上に期待。

②より分力が得られるよう大偏心配置とする(図-3)。

3.3 連続繊維補強工法

①側面および底面にせん断補強材として連続繊維シート(アラミ® AK-40)を接着する。せん断補強材が受けもつせん断耐力(V_{sd})の向上に期待する(図-4)。

以下、補強試験体の構造図および計器類の配置位置を示す。

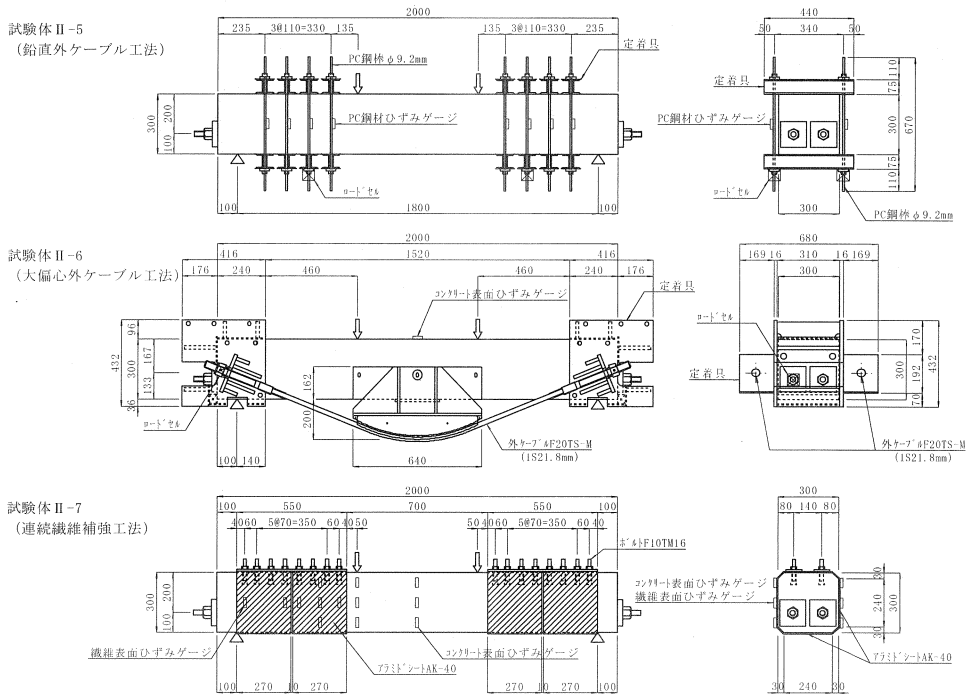


図-5 補強試験体構造図

4. 実験の流れおよび現在の状況

実験の流れを図-6に示す。補強試験体のせん断補強を本年4月に行い、現在は自然暴露中である。

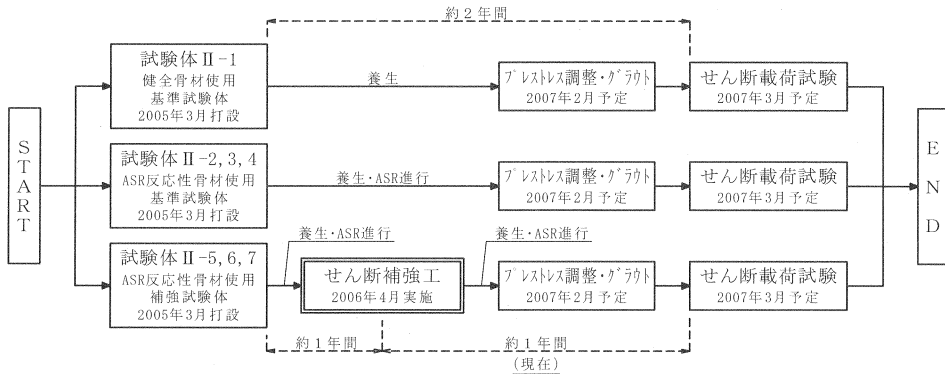


図-6 実験の流れ

ASR試験体については、部材軸方向のひび割れが多数発生しており、各試験体とも0.20~0.40mm程度のひび割れ幅を確認している(2006年4月現在)。同時進行のシリーズI実験試験体とともに自然暴露中であり、定期的にひび割れ進展状況の確認、ひずみゲージの測定などを行っている。ASR劣化の基礎的性状に関する計測結果などについては、別途シリーズI実験報告^{6) 7)}にて報告している。

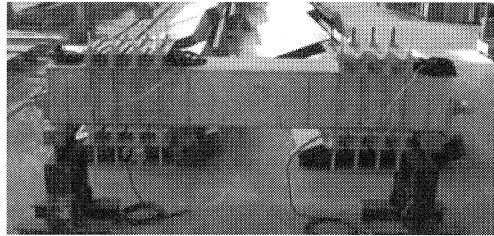


写真-1 II-5 鉛直外ケーブル工法完成写真

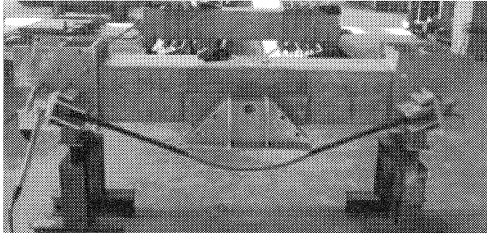


写真-2 II-6 大偏心外ケーブル工法完成写真

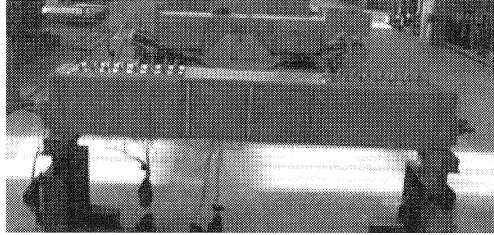


写真-3 II-7 連続繊維補強工法完成写真

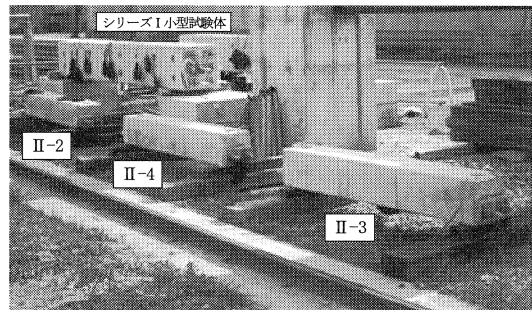
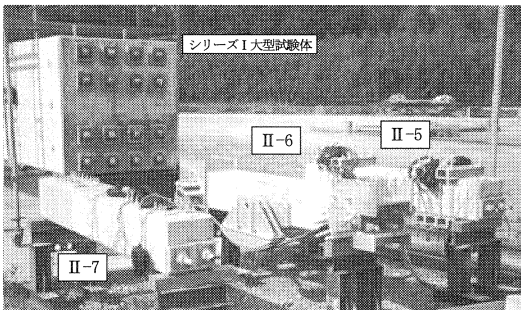


写真-4 自然暴露状況

5. おわりに

試験体は現在、(株)富士ピー・エス三重工場にて自然暴露中である。ASR劣化進行後の2007年3月頃にせん断載荷試験を実施する予定である。その結果および考察については後日報告したい。

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、ここに謹んで謝意を表します。

参考文献

- 1) (社)土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書—鉄筋破断と新たな対応—平成17年8月
- 2) 阪神高速道路公団，(社)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
- 3) 建設省土木研究所，(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：高強度コンクリート部材の設計法に関する共同研究報告書 平成7年3月
- 4) (社)土木学会：コンクリート・ライブラリー第34号 鉄筋コンクリート終局強度理論の参考 1979年2月
- 5) (社)土木学会：2002年制定コンクリート標準示方書【構造性能照査編】 p.67 平成14年3月
- 6) (社)日本材料学会：コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集第5巻 p.179 平成17年10月
- 7) (社)プレストレストコンクリート技術協会：第14回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集 p.299 平成17年11月