

ASR により鉄筋破断が生じた PC 梁のせん断耐荷力実験用試験体の変状報告

阪神高速道路（株） 正会員 ○佐々木 一則
 阪神高速道路（株） 正会員 十 名 正 和
 （株）国際建設技術研究所 正会員 金 海 鉦

1. はじめに

本検討は ASR による劣化構造物において、鉄筋破断が生じた場合のせん断耐荷力について、鉄筋破断本数、プレストレス量をパラメータとし、反応性骨材を使用した PC 梁試験体を作製して実験的に確認することを目的としている。本稿では自然暴露により約 2 年（25 ヶ月）経過時の試験体の変状調査結果を報告する。

2. 試験体概要

表－1 試験体条件一覧

試験体の配合は、実損傷橋脚（PC 梁橋脚）で使用された配合とし、設計基準強度は 35 N/mm^2 とした。反応性骨材と非反応骨材の混入率を変えてペシマム試験を実施し、膨張ひずみの発現や超音波透過速度の低下特性から粗骨材・細骨材ともに 50% ずつの割合とした。試験体の寸法、実験の条件は表－1 のとおりとした。

シリーズ (寸法:cm)	No.	プレストレス レベル		せん断補 強 鉄筋比(%)	曲げ加工 半径	スターラップ 破断本数			
		10 N/mm ²	7.5 N/mm ²			無し	1 本	2 本	3 本
I (30×30×200)	1	○		0.4	2d	○			
	2	○		〃	〃		○		
	3	○		〃	〃			○	
	4	○		〃	〃				○
	5		○	〃	〃	○			
	6		○	〃	〃		○		
	7		○	〃	〃			○	
	8		○	〃	〃				○
II (60×60×400)	1	○		0.4	2d	○			
	2	○		〃	〃				○
III (75×75×500)	1	○		0.4	2d、1.5d	○			
	2	○		0.23	〃	○			

3. 試験体劣化状況（計測結果）

3.1 ひび割れ発生状況

ひび割れは材令 90 日までは確認されなかった。材令 180 日で軸方向を主体としたひび割れが確認され、材令 270 日で幅の進展や新たなひび割れの発生が確認されている。材令 360 日では、気温が低い時期であり、新たなひび割れの発生や既存のひび割れの開口や進展は認められなかった。2 期目の夏季を経過した材令 570 日の時点では、ひび割れ幅の進展が認められたが、材令 750 日までは顕著な変化は認められていない。

表－2 各試験体におけるひび割れ密度（材令約 750 日 25 ヶ月） (m/m²)

ひび割れ幅	300×300×2000												600×600×4000		750×750×5000	
	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	I-8	予備1	予備2	IV-1	IV-2	II-1	II-2	III-1	III-2
0.1mm未満	7.0	9.3	4.1	6.3	5.3	6.1	4.7	6.0	12.6	9.5	4.8	6.5	8.7	6.2	5.8	8.6
0.1mm以上～0.2mm未満	4.5	4.1	3.7	4.4	5.5	3.8	2.8	2.3	3.5	3.3	4.6	4.2	3.4	4.2	3.4	2.6
0.2mm以上	3.8	1.9	2.0	2.7	2.9	2.4	3.2	2.8	1.3	1.8	3.3	2.9	1.5	5.3	1.6	1.5
合計延長	15.3	15.3	9.8	13.4	13.8	12.3	10.6	11.1	17.3	14.5	12.8	13.6	13.6	15.8	10.8	12.7

表－2 に各試験体のひび割れ密度を示す。II-2 試験体では 0.2mm 以上のひび割れが多い傾向にあり、予めスターラップ曲げ加工部を破断させていることから、破断位置近傍に特徴的な軸方向の水平ひび割れが発生していた。また、III-1 と III-2 試験体は、せん断補強鉄筋比を前者は実橋脚の実績相当の 0.4%、後者は 1/2 に低減させた 0.23% にしているが、後者で 15% 程度ひび割れ密度が大きくなっていた。

3.2 コンクリートひずみ

図－1 に経時変化を示す。測定はコンタクトゲージ法でコンクリート表面のひずみを計測した。軸方向は 4 部位、軸直角・鉛直方向は、各々 2 部位の測定結果を平均している。材令 270 日までは単調に増加し、材令 270～360 日は、冬季の低温時であり変化が認められなかった。材令 360～570 日の期間は、夏季の高温時で反応が促進されたためか、各試験体で増加が認められた。材令 750 日においては材令 570 日から顕著な変化は認められなかった。試験体 I-5 では軸直角方向の上面ひずみが約 8,000 μ まで達していた。

キーワード ASR, PC 梁, 鉄筋破断, ひび割れ, ひずみ

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路（株）技術管理室技術開発グループ TEL 06-6252-8121

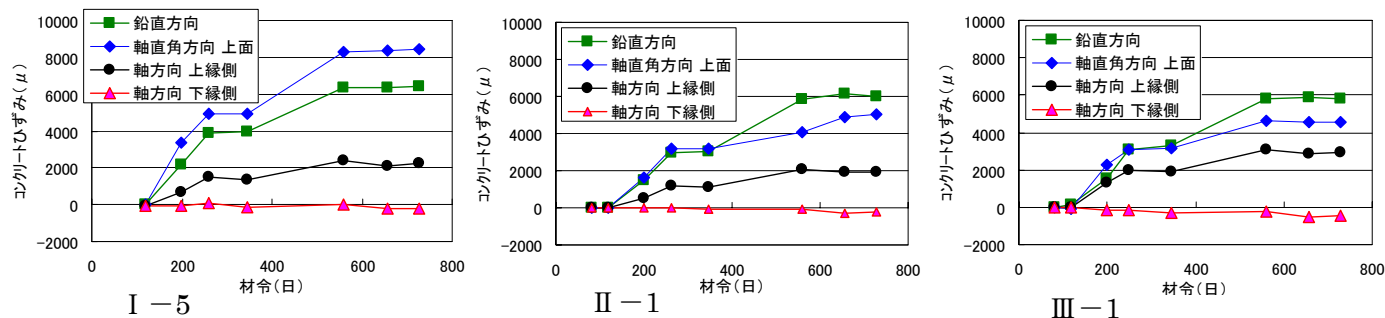


図-1 コンクリートひずみの経時変化

3.3 スターラップひずみ

スターラップひずみは溶接ゲージにより鉛直方向 3 ヶ所で計測している。図-2 に経時変化を示す。III-2 試験体は、材令 570 日以降で上段位置は $5,000 \mu$ を越え、中段・下段位置では $10,000 \mu$ を越えるひずみが発生しており降伏ひずみを大幅に上回っていた。

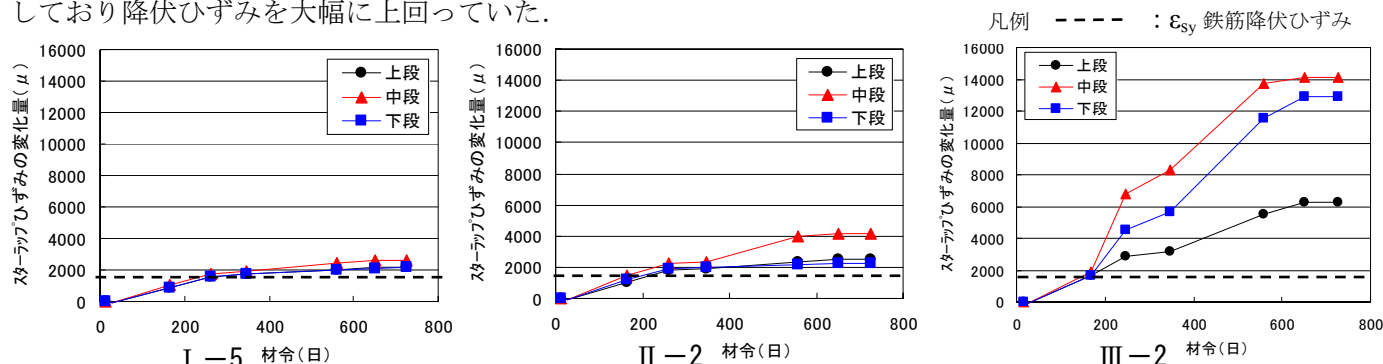


図-2 スターラップひずみの経時変化

3.4 PC 鋼材ひずみ

シリーズⅢ試験体の経時変化を図-3 に示す。材令 180 日の時点までは圧縮側へ変化し、材令 360 日までの期間に引張側に変化していた。その後、圧縮側に増加する傾向が認められたが再び引張側に変化している。

3.5 超音波伝播速度

III-2 試験体の経時変化を図-4 に示す。材令 90 日以降に速度低下が進み、材令 570 日で下げ止まり傾向が認められたが、材令 650 日時点で回復傾向が見られ約 3000m/s で推移している。

3.6 圧縮強度・静弾性係数

圧縮強度・静弾性係数の経時変化を図-5 に示す。圧縮強度は、材令 180 日時に 50.9 N/mm^2 であり、増加傾向にあったが、材令 570 日でこれの約 8 割に相当する 39.7 N/mm^2 まで低下し、材令 750 日までほとんど変化は認められない。弾性係数は、材令 28 日時に $2.7 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ であったが、材令 750 日では当初の約 3 割に相当する $0.8 \sim 1.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ まで低下していた。

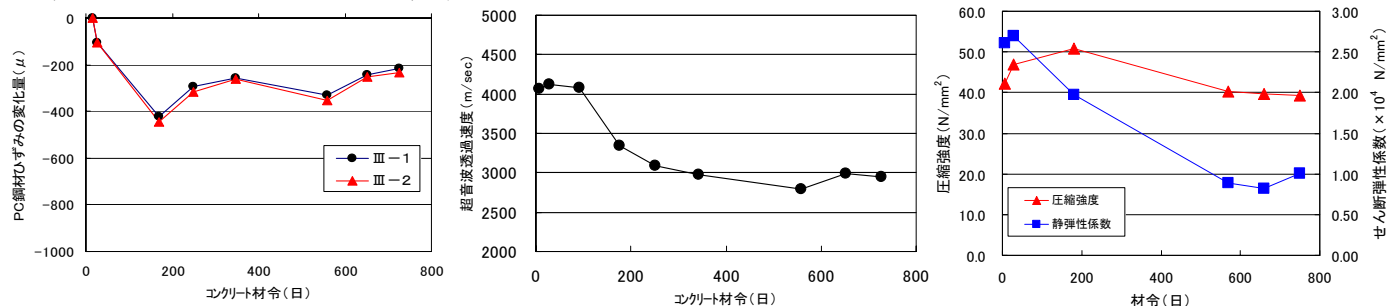


図-3 PC 鋼材ひずみの経時変化

図-4 超音波伝播速度の経時変化

図-5 圧縮強度・静弾性係数経時変化

4. まとめ

材令約 2 年 (25 ヶ月) 経過時では、ひび割れは主に軸方向 (主鋼材方向) に沿って発生し、II-2 試験体ではスターラップ破断位置近傍に特徴的な軸方向の水平ひび割れが見られた。せん断補強鉄筋比の違いによるひび割れ密度は、鉄筋比を低減したもので増加傾向 (15%程度) が見られた。鉄筋ひずみは、降伏ひずみを大きく超過する値が計測された。圧縮強度の低下に対して、静弾性係数の低下割合が大きいことを確認した。