

ASR 劣化を膨張コンクリートで模擬した梁供試体の実験的研究

立命館大学 学生会員 ○山村 智
立命館大学 学生会員 北出 裕幸
(株)国際建設技術研究所 フェロー 葛目 和宏
立命館大学 正会員 児島 孝之

1 研究目的

鉄筋破断および付着力低下を生じたような ASR 劣化が顕在化した構造物の安全性能をどのように評価するのが重要な課題となっている。本研究では、膨張コンクリートを用いて 2 段階の ASR 劣化度を模擬し、コンクリート強度、弾性係数を低下させるだけでなく、鉄筋を破断させた梁供試体を作製して載荷実験を行い、安全性能の評価を検討することを目的とした。

2 実験概要

2.1 供試体

実験要因は表 1 に示すように、普通コンクリート、膨張コンクリート劣化度、劣化度の 3 種類の配合と、鉄筋破断、付着切れなどを組み合わせて梁供試体を作製した。供試体形状は図 1 に示すように、150×240×2000 (mm) の長方形断面とし、

有効高さを 200mm、支持スパンを 1800mm とした。引張主鉄筋比・圧縮側主鉄筋比・スターラップは鉄筋比を実橋と同様にし、引張り側の主鉄筋には D10 を、圧縮側の主鉄筋には D6 を使用した。また、引張り側主鉄筋とスターラップを曲げ加工部で破断させた供試体も作製し、主鉄筋・スターラップの破断が構造物に及ぼす影響を検討した。Type1 は破断なく、

Type2 は破断したもの、Type3 は 25% 付着をなくしたもの、

Type4 は付着を 50% なくしたものとした。またコンクリートと鉄筋との付着がなくなった場合の構造物への影響を検討するために主鉄筋・スターラップの付着を油で付着切れが生じた供試体を作製した。

表 1 供試体要因

供試体名	コンクリートの種類	使用する主鉄筋	使用するスターラップ	a/d	付着の切れ
N-1	普通	Type1	Type1	3.0	—
-2	劣化度	Type2	Type2	3.0	—
-2	劣化度	Type2	Type3	3.0	油
-3	劣化度	Type3	Type3	3.0	油
-4	劣化度	Type4	Type4	3.0	油

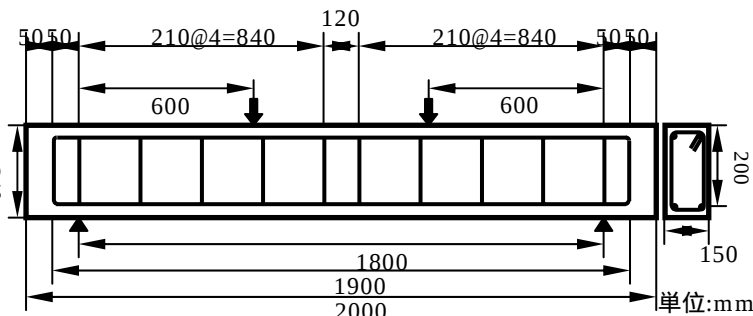


図 1 供試体形状

2.2 膨張コンクリートの配合

ASR 劣化した実橋の RC・T 型橋脚の諸強度データを元に 8 水準の配合の膨張材を混入したコンクリートを作製し、強度試験を行いその結果を表 2 に示す。ASR 劣化の進行具合により 2 水準設け、劣化度（単位膨張材料 50kg/m³、目標圧縮強度 15N/mm²、目標静弾性係数 15kN/mm²）劣化度（単位膨張量 60kg/m³、目標圧縮強度 10N/mm²、目標静弾性係数 10kN/mm²）となる配合を強度試験結果から選定した。劣化度として 50B を劣化度として 60C を選定した。

表 2 圧縮強度試験結果

供試体名	単位膨張材量 (kg/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	静弾性係数 / 圧縮強度
50A	50	28.7	28.93	1008.1
50B	50	16.35	12.87	787.0
50C	50	20.1	14.30	711.4
50D	50	19.35	13.07	675.3
50E	50	7.95	7.47	939.3
60A	60	6.45	7.10	1100.8
60B	60	6.3	5.97	947.1
60C	60	9.0	6.20	688.9

表 3 強度試験結果

供試体名	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (N/mm ²)	静弾性係数 / 圧縮強度	超音波伝播速度 (m/s)
普通	21.7	21655	999	4090
劣化度	10.9	8575	783	3662
劣化度	6.3	3283	521	2947

3 実験結果および考察

3.1 強度試験結果および膨張ひずみ

表 3 に各コンクリートの強度試験結果、図 2 に打設時から試

験時までの主鉄筋の膨張ひずみを示す。普通コンクリートは圧縮強度が 21.7N/mm² と目標圧縮強度の 20N/mm² キーワード：ASR 劣化，膨張コンクリート，鉄筋破断，付着，ケミカルプレストレス

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL077-566-1111

を上回る結果となった。劣化度、劣化度の膨張コンクリートに関しては、目標圧縮強度、静弾性係数を下回る結果となったが、静弾性係数/圧縮強度の値は目標数値の範囲内であった。圧縮強度で見ると普通コンクリートと比較して劣化度は約1/2、劣化度は約1/3に強度を低下させることができた。また、図2の膨張ひずみ量において劣化度の膨張ひずみ量は約950 μ 、劣化度は約500 μ と劣化度は劣化度の約2倍あることが分かる。

3.2 載荷試験結果および考察

表4に載荷試験結果および耐力計算結果を示す。梁供試体 N-1 ~ -4 において、全て梁の圧縮側のコンクリートが圧壊し、曲げ破壊による終局に至った。また、全ての梁供試体においてひび割れ発生荷重はテストピースの試験結果から得られた計算値を上回る結果となった。膨張コンクリートを使用した梁供試体 -2 ~ -3 において健全な梁供試体 N-1 よりもひび割れ発生荷重は増加しているが、これは膨張コンクリートを用いたことによってケミカルプレストレスの影響を受けひび割れ発生荷重が増加したものと考えられる。供試体 -2 においては降伏荷重、終局荷重が健全な供試体 N-1 より高い値を示した。これもケミカルプレストレスの導入によるものと考えられる。

(1) 破壊形状

終局時の供試体のひび割れを図3に示す。供試体 N-1 よりも供試体 -2 の方がひび割れ発生荷重が大きく、ひび割れ本数が減少している。この原因として、鉄筋拘束下で膨張材の膨張作用により導入されるケミカルプレストレスによってひび割れの発生がしにくくなったことが考えられる。供試体 N-1 は、a/d が3.0であるが、通常見られるような曲げ破壊で終局に至っている。供試体 -2 は曲げ破壊のひび割れ形状となった。供試体 -2 のひび割れ形状は N-1、-2 と異なり主鉄筋に沿ってひび割れが発生している。これは、油を塗布して付着切れを表現した影響で主鉄筋がすべり、発生したものと考えられる。-3、-4 の供試体では主鉄筋の付着切れが生じたために、曲げに対する抵抗力が低下したことで、上縁部分のコンクリートが負う圧縮力が増加し、圧縮縁のひび割れ量が増加したと考えられる。

図4に供試体 N-1、-2、-2 の荷重-主鉄筋ひずみ曲線を示す。図4より、普通コンクリート使用の供試体 N-1 が劣化している供試体 -2、-2 より低い荷重でひずみが伸びている。劣化度が異なる -2 と -2 の主鉄筋ひずみの差は図2に示す膨張ひずみの影響でケミカルプレストレスの導入量が -2 と -2 で異なったために生じた差と考えられる。

4 まとめ

本実験では、膨張コンクリートを用いて ASR 劣化を模擬した供試体では鉄筋破断を起こしたもののでも健全な供試体と比較して遜色ない耐荷性能を持つという結果が得られた。これは、鉄筋破断、付着切れ 25%が生じた供試体であっても、ひび割れ発生荷重、終局荷重、ひび割れ形状の結果から分かるように膨張コンクリートによるケミカルプレストレスによって耐荷性能が十分に確保されたためと考えられる。

表4 載荷試験結果および計算結果(単位: t)

供試体名	a/d	破壊形状	計算値(降伏強度 295N/mm ²)			計算値(降伏強度 400N/mm ²)			実験値		
			P _{cr} *1	P _y *2	P _u *3	P _{cr} *1	P _y *2	P _u *3	P _{cr} *1	P _y *2	P _u *3
N-1	3.0	曲げ破壊	1.6	2.6	2.6	1.6	3.6	3.7	1.7	4.0	4.5
-2	3.0	曲げ破壊	1.4	2.6	2.6	1.4	3.5	3.6	2.2	4.0	4.5
-2	3.0	曲げ破壊	1.1	2.5	2.6	1.1	3.4	3.4	2.3	4.4	4.7
-3	3.0	曲げ破壊	1.1	2.5	2.6	1.1	3.4	3.4	2.0	4.1	5.0
-4	3.0	曲げ破壊	1.1	2.5	2.6	1.1	3.4	3.4	2.4	3.0	4.1

*1P_{cr}: ひび割れ発生荷重 *2P_y: 降伏荷重 *3P_u: 終局荷重

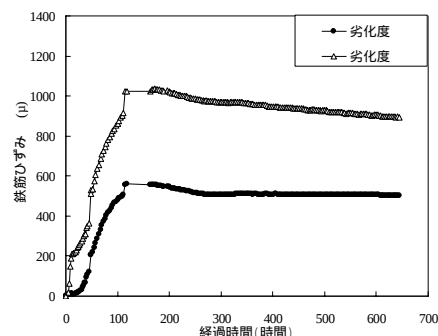


図2 打設から試験時までの膨張ひずみ

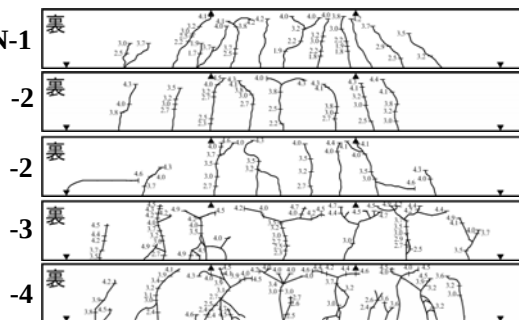


図3 供試体ひび割れ状況

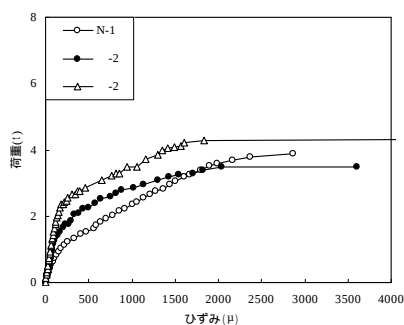


図4 荷重-主鉄筋ひずみ曲線