

## ASR により損傷したコンクリート構造物の耐荷性能評価に関する研究

金沢大学 学生会員 山梨竜揮 正会員 久保善司 正会員 鳥居和之  
(株)クエストエンジニア 正会員 野村昌弘 日本道路公団 正会員 平俊勝

### 1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物は、内部に配置された鉄筋とコンクリートの複合体として外力に抵抗するため、ASR により劣化したコンクリート構造物の現状の調査技術では、力学性能を十分に評価できず、構造体としての耐荷性能を適切に評価することが困難な状況にある。そこで、実構造物より採取されたコンクリートコアに炭素繊維シートを貼り付け、実構造物内部で拘束状態にあるコンクリートを模擬することにより、鉄筋拘束下の ASR により劣化損傷したコンクリートの力学的性能の評価に関する検討を行うこととした。

### 2. 実験概要

ASR により劣化したコンクリート構造物を既往の調査手法（構造物の外観観察、コアの目視観察、圧縮強度試験、静弾性係数の把握、残存膨張性試験）に基づき、対象としたコンクリート構造物の ASR による劣化の程度（以下、劣化度と略す）を判定した。次に、採取したコアに炭素繊維シートによる横拘束を与えた試験体を作製し、劣化度の違いによる力学的性能を一軸圧縮試験により検討した。

#### 2.1 構造物の概要および目視観察結果

対象とした構造物は、いずれも積雪寒冷地域に位置し、冬季には凍結防止材の影響を受けている。また、供用 20 年を経過し、ASR 抑制対策が施される以前に建設されたものであることが確認されている。橋台前面部から背面部にかけて連続したコア（以下、貫通コアと略す）を採取した。コンクリート構造物の概要を表 1 に、構造物の外観およびコアの目視観察の結果を表 2 に示す。

表 1 構造物の概要

構造物	建設年時	設計基準強度 $f'_{ck}$	粗骨材 (最大骨材寸法)	環境条件	コアを採取した部位
A 橋	1975	24(N/mm <sup>2</sup> )	川砂利 (25mm)	凍結防止剤の影響を受け、橋台背面土砂から水分の供給を受ける。	橋台 (中央部)
B 橋					
C 橋					

表 2 構造物の外観およびコアの目視観察結果

構造物	コンクリートの変色	錆汁の漏出	ひび割れ発生状況	コアの目視観察結果
A 橋	有	少	0.5～1.5mm 程度のひび割れを確認した。	一部破断していたが、貫通コアは比較的連続していた。
B 橋	有	多	ライニング材のふくれ・はがれが確認され、ASR による再劣化が認められた。	コアの変色は大きく、破断箇所の間隔が小さい部分もあるが、貫通コアにはある程度の連続性があった。
C 橋	有	多	橋台上部から下部にわたる最大 2.8mm の連続したひび割れを確認した。	コアの変色は大きく、背面近くのコアは破断面が連続しておらず、破断箇所も多かった。

#### 2.2 試験方法

適切に実験が行えるシートの定着長および端部補強量を予備実験により決定した。その結果、定着長は、定着部が過大に拘束効果に寄与することなく、十分な定着効果が得られた 3cm とし、端部補強量は供試体寸法を考慮し、シート幅 2cm とし、2.5 周巻き立てた。予備実験において、供試体寸法が小さく寸法効果が生じたので、過大な横拘束効果を避けるためにコア高さは直径に対し約 3 倍とした。シートによる拘束比は、平成 8 年度制定コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕以前の橋脚における標準的な拘束比である 0.2%、それ以下の 0.1% および無拘束である 0% の 3 種類とした。以上の要因により供試体を作製し、一軸圧縮試験を行った。

キーワード ASR、劣化度、補修・補強、維持管理

金沢大学工学部 〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 TEL.076-234-4620 FAX.076-234-4632

3. 実験結果及び考察

3.1 残存膨張性試験結果

採取した貫通コアを橋台前面部、内部および背面部の3点において残存膨張性試験を行った。残存膨張試験結果を図1に示す。いずれのものも判定基準の0.1%を上回る大きな膨張を示し、「残存膨張性あり」と判断される。3橋台の環境条件より、今後、ASRによる膨張が進行することが予想される。

3.2 無拘束供試体の耐荷性状

健全なコンクリートの圧縮強度( $f_c$ )と静弾性係数( $E_c$ )をその圧縮強度で除したもの( $E_c/f_c$ )との関係を用いて、ASRによる劣化の有無、あるいは進行を診断する方法が提案されている<sup>1)</sup>。採取したコアに関する圧縮強度と静弾性係数の関係を図2に示す。いずれのコアも、設計基準強度である24N/mm<sup>2</sup>を上回っていた。しかし、静弾性係数の低下が著しく、健全なコンクリートが示す曲線を下回っており、ASRによる劣化を生じているものと推察される。構造物の外観観察、コアの目視観察、残存膨張性試験および強度試験結果を総合的に評価し、A橋、B橋およびC橋の劣化度をそれぞれ小、中および大と判定した。

3.2 劣化度が拘束効果に与える影響

劣化度が拘束比と初期剛性の関係に与える影響を図3に示す。初期剛性は、応力-ひずみ曲線の弾性範囲と考えられる部分の傾きとした。ばらつきはあるものの、劣化度にかかわらず拘束比が初期剛性に与える影響は顕著ではないと考えられる。全体の傾向として、劣化度が小さいものほど、初期剛性は大きい傾向を示した。

劣化度が拘束比と強度比の関係に与える影響を図4に示す。強度比は拘束されたものの圧縮強度を無拘束のもの圧縮強度で除した値とした。劣化度にかかわらず拘束比が大きいものほど、強度比が大きくなり、ASRにより劣化したコンクリートにおいても拘束効果が得られた。劣化度が大きいものに比べて、劣化度が小さいものの方が、同一の拘束比における拘束効果による強度の増加が大きくなった。

劣化度が拘束比と吸収エネルギー比の関係に与える影響を図5に示す。吸収エネルギーは、荷重-変位曲線の最大荷重以降の領域で、荷重が最大時の80%を下回った時点を終局時とし、載荷時から終局時までの荷重-変位曲線で囲まれる面積を吸収エネルギーと定義し、拘束下の吸収エネルギーを無拘束の吸収エネルギーで除した値を吸収エネルギー比とした。拘束比の増加とともに吸収エネルギー比が大きくなった。また、劣化度の大きいものの方が同一拘束比における吸収エネルギー比の増加は小さくなる傾向を示した。

4. まとめ

ASRにより劣化したコンクリートにおいても炭素繊維シートによる横拘束効果が得られるが、劣化度によってその拘束効果が異なることが明らかとなった。また、拘束下での一軸圧縮試験から得られる力学的指標によってASRによる劣化度を推定できる可能性が示めされた。

[参考文献] 1)小林一輔ほか：圧縮荷試験によるアルカリ骨材反応の診断方法、土木学会論文集、No.460,pp151-154,1993

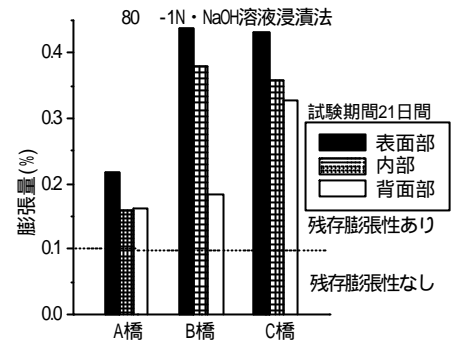


図1 残存膨張性試験結果

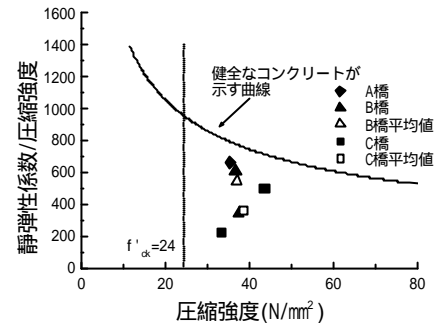


図2 圧縮強度と静弾性係数の関係

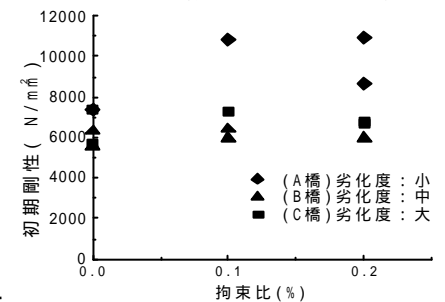


図3 劣化度が拘束比と初期剛性に与える影響

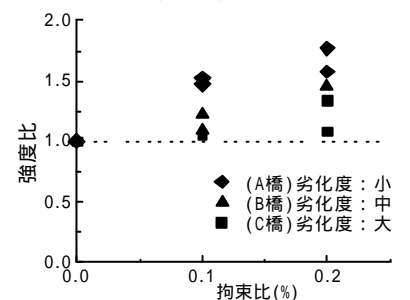


図4 劣化度が拘束比と強度比に与える影響

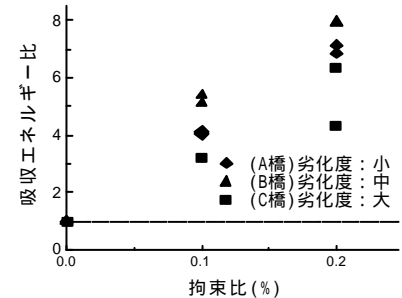


図5 劣化度が拘束比と吸収エネルギー比に与える影響