

ASR 劣化床版の力学的性能に関する基礎的研究

住友大阪セメント(株) 正会員 ○宮野 暢紘 金沢大学大学院 正会員 久保 善司
(株)竹中工務店 正会員 佐古 崇 (株)中研コンサルタント 非会員 青木 真材

1. はじめに

床版部材は、橋脚や橋台に比べ部材厚が薄く乾燥状態にあるため、ASRの発生は少ないものとされてきた。そのため、ASR劣化を生じた床版に関する検討は少ないのが現状である。近年、床版部材における劣化事例が数例報告され、ASR劣化と凍結防止剤散布との関連性も指摘されている¹⁾。本研究では、床版部材を模擬した供試体から梁状に切り出したものの載荷試験を行うことにより、ASRが床版部材の力学的性能に与える影響について基礎的検討を行った。



写真-1 供試体側面

2. 実験概要

(1) 供試体 床版部材におけるASR膨張挙動を検討した既往の研究¹⁾にて作製した、膨張がほぼ収束した時点の供試体(床版部材を模擬、寸法:450×450×110mm、無補修・CFRPシート貼付け(暴露前)の2体)から梁状に切り出した供試体を用いて検討を行うこととした。切り出す前の供試体のASR膨張は、水平方向 4000μ、厚さ方向 8000～12000μ程度であり、供試体側面(450×110mm)には水平方向の層状のひび割れが確認された(写真-1参照)。切り出しは、床版模擬供試体の下面側に配置されたD6 異形鉄筋が断面中心に残るように実施し、切り出し後の寸法は450×100×110mm、引張鉄筋比は 0.4%であった。切り出された残りの部分から、圧縮強度を求めた(約 25N/mm²)。ASR劣化の影響を検討するため、同一寸法、同一鉄筋比および同一強度の健全供試体を別途作製した。

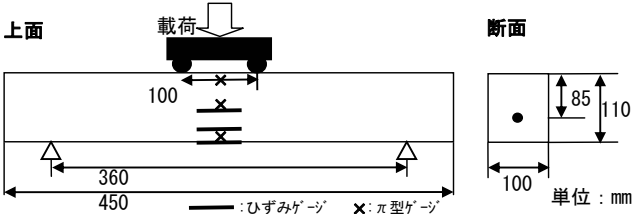


図-1 載荷概要

表-1 実験要因表

名称	劣化	補修	疲労履歴
劣化無補修	ASR	無補修	—
劣化無補修(疲労)			○
劣化シート補修		シート	—
健全無補修	健全	無補修	—
健全無補修(疲労)			○

(2) 検討方法 ASR 膨張が力学的性能に与える影響を検討するため、切り出された供試体の静的曲げ載荷試験(載荷スパン 360mm, a/d=1.65)を実施することとした。載荷概要を図-1に示す。また、実床版には繰返し荷重を受けることから、疲労履歴の影響についても検討を行うこととし、静的曲げ載荷試験前に、最大荷重 8kN(ひび割れ発生荷重に近い)、最小荷重 1kN として、一方向繰返し曲げ疲労試験(200 万サイクル)を行うものも用意した。測定項目は、疲労試験においては中央変位のみを測定し、静的曲げ載荷試験では中央変位、載荷スパン中央部の下面および側面のコンクリートひずみ(ひずみゲージ、π型ゲージ)を計測した。計測したひずみから、静弾性係数および中立軸位置を算出した。供試体および実験要因を表-1にまとめて示す。

3. 実験結果および考察

(1) 曲げ疲労試験 載荷支点付近の状態が安定した載荷サイクル 10,000 回以降を考察の対象とした。各サイクルにおける最大荷重時の変位から最小荷重時の変位を引いて、1kN から 8kN の荷重増分に対する変位を求めた。各サイクル荷重増分に対する変位を図-2に示す。ASR 劣化のものでは、載荷サイクルにかかわらず、一定の変位を示した。一方、健全のものでは、載荷サイクルの増加とともに、若干変位が減少した。健全のものでは載荷サイクルに対してわずかに見かけ上の剛性が増した可能性がある。各サイクルの残留変位を図-3に示す(載荷サイクル 10,000 回における最小荷重の変位を基準とし、それ以降のサイクルの変位との差から算出した)。ASR 劣化のものでは、残留変位が載荷回数とともに増加した。一方、健全なものは、載荷回数が増加しても残留変位はほぼ

キーワード ASR, 床版部材, 疲労試験, 力学的性能, 材料劣化

連絡先 〒920-0849 石川県金沢市堀川新町 2-1 住友大阪セメント(株)北陸支店 TEL 076-223-1505

変化しなかった。ASR 劣化のものでは、膨張によるひび割れが存在し、繰返し荷重が作用することで、進展または新たなひび割れの発生などを促し、残留変位を増加させたものと考えられる。

(2) 静的曲げ載荷試験 載荷終了時のひび割れ状況から判断した破壊形式を表-2に示す。劣化無補修のものでは、曲げスパン内の曲げひび割れとせん断スパン内にせん断ひび割れが認められた。いずれのひび割れが支配的な要因であったかは明らかにすることができなかった。一方、健全なものでは破壊形式は曲げ破壊であった。健全なものでは通常の曲げ破壊であったのに対し、ASR 劣化のものではせん断ひび割れの発生が認められた。横拘束筋が存在せず、ASR 膨張およびそれに伴うひび割れによって、せん断耐力が低下した可能性が推察される。他方、疲労履歴を受けた ASR 劣化のものでは、せん断ひび割れは発生しなかった。疲労履歴によって曲げ耐力が低下した可能性が推察される。一方、劣化シート補修のものでは、曲げスパン内には圧縮域に至るような曲げひび割れは確認されず、最終的な破壊形式は、シート界面の剥離破壊であった。下面側に配置したシートによって曲げひび割れの発生・進展が抑制され、シート界面の剥離破壊に至ったものと考えられる。

荷重-変位関係を図-4に示す。劣化および疲労履歴の有無にかかわらず、初期の剛性に顕著な相違は見られなかった。コンクリートひずみ（下面）から算出した静弾性係数図-5に示す。今回の供試体寸法において、変位のレベルでは大きな相違は検出することができなかったものの、ひずみから算出した結果からは、ASR の影響による弾性係数の低下が確認された。ASR 膨張による材料劣化が生じて、それらが力学的性能に現れたものと考えられる。なお、劣化シート補修のものは、劣化無補修のものより若干大きな値となっており、シートによって材料劣化が抑制されたものと考えられる。

疲労履歴の影響については、疲労履歴を受けたものは、若干小さいもしくは同程度の静弾性係数を示した。疲労履歴による影響はそれほど顕著ではなく、ASR 劣化の影響による低下のほうが支配的であったものと考えられる。一方、中立軸高さについては、いずれも同程度の高さであった。ASR 劣化および疲労履歴が断面内のひずみ分布に影響を与えなかったものと考えられる。

4. 結論 今回の検討では、切り出し供試体を用いて載荷試験を実施したため、供試体寸法が小さく、劣化等の影響を十分に把握することができなかった可能性も高く、また、梁の曲げ試験による検討であったため、ASR が床版部材に与える影響については、今後更なる検討を実施し、明らかにする必要がある。

謝辞：本研究は土木学会中部支部「北陸地方における凍結防止剤による劣化を受けた構造物の実態調査委員会」の活動の一環として行い、委員のご協力・ご支援のもとに実施いたしました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 久保ら：ASR 劣化床版における膨張挙動とシート貼付けによる膨張抑制対策に関する検討，土木学会第 63 回年次学術論文集，pp.189-190，2008. 9

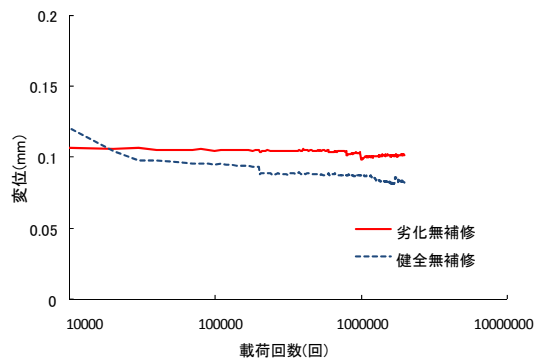


図-2 変位-載荷回数

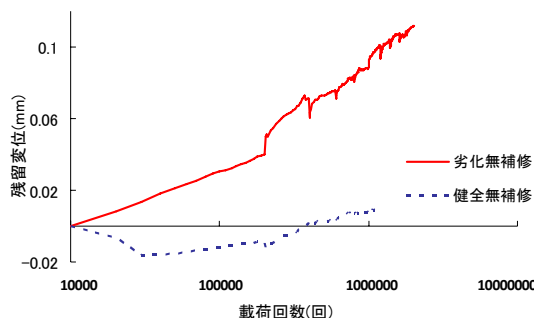


図-3 残留変位-載荷回数

表-2 静的曲げ試験結果

供試体	破壊形式
劣化無補修	曲げorせん断
劣化無補修(疲労)	曲げ
劣化シート補修	シート剥離
健全無補修	曲げ

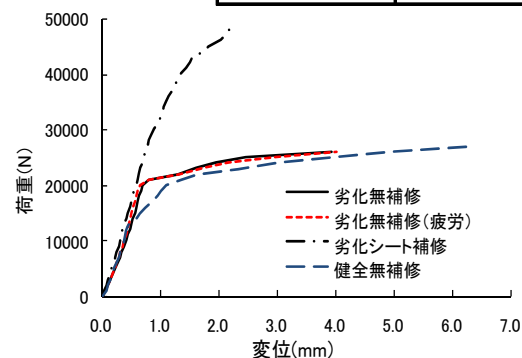


図-4 変位-荷重関係

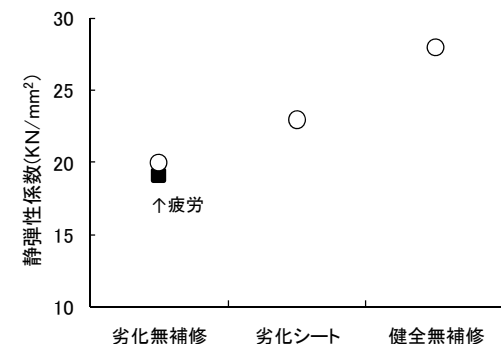


図-5 静弾性係数