

ASR劣化を模擬した鉄筋コンクリート部材の付着性状実験

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○武田 達也
 同 正会員 玉越 隆史
 同 正会員 廣松 新

1. はじめに

近年、コンクリート構造物においてアルカリ骨材反応（以下「ASR」と呼ぶ。）に起因する損傷事例が数多く報告されており、ASRによって劣化したコンクリート部材の耐荷性能の評価方法が必要とされている。そこで本研究は、耐荷性能に大きな影響すると考えられる鉄筋とコンクリートの付着がASR劣化によってどのような影響を受けるかを把握するためにASR劣化を模擬した供試体を作成し引抜試験を実施したものである。

2. 実験概要

実験ではASR劣化の膨張を模倣的に再現するために膨張剤をコンクリートへ過剰に添加した供試体を作成し片引きの静的引抜試験を行った。

実験は、既往の研究成果を参考に形状寸法 $300 \times 300 \times 900\text{mm}$ の直方体の供試体を図-1の通り作成し引抜試験用の主筋を配置した。鉄筋は、橋脚の張り出し部を想定しD32とした。付着区間は320mmとし、ジャッキ側から300mmのところでは、ジャッキの反力の影響をなくすため、縁切を行った。また、主筋を取り囲む形でD16のスターラップを150mm間隔でD10の組立て筋を4本用いて設置し、かぶりは50mmとした。また、主鉄筋の付着区間中央部と中央部から両端に概ね5D（D：鉄筋径）の位置にひずみゲージを設置した。

供試体は、ASR劣化の特徴を再現するために膨張量、ひび割れ、鉄筋の破断をパラメータとした。

膨張量は、予備試験を実施し80,120,160kg/m³とし、膨張剤を添加しない普通コンクリートを含め膨張量は4水準とした。また、鉄筋方向のひび割れを模擬するために、幅2mmの塩ビ板を用いて鉄筋に沿った方向にスリットを鉄筋に到達する深さまで挿入した。

また、鉄筋の破断はスターラップを切断した供試体を作成し、破断の影響を把握した。図-2に作成した供試体ケースの一覧を示す。供試体は、1ケースにつき3体作成し実験を行った。

引抜試験では、主鉄筋に設置したひずみゲージの測定と自由端側の変位を変位計で測定をした。

また、膨張剤による劣化状況を把握するために、目視によるひび割れ把握、膨張量、超音波伝播速度の測定を行った。膨張量の変化は、打設前の型枠寸法を規定値としてコンクリート打設後の材齢28日における外形寸法の延長を測定し、基準値の差を膨張量とすることとした。超音波伝播速度の測定では、伝播経路にスリット等の影響が無いように鉄筋を横断するように上面から側面に斜めに透過させた。

3. 実験結果

1) 供試体の変状

膨張剤添加量による膨張量は、普通コンクリートはほぼ0.0%であり、膨張剤の添加量80、120、160kg/m³の順で0.5%、1.4%、2.7%程度の膨張量となった。また、ひび割れ発生状況は、普通コンクリート及び膨張剤添加量80kg/m³の供試体については、幅0.1mm以上のひび割れの発生は確認されなかった。膨張剤添加量120kg/m³の供試体については、ひび割れの発生が確認され、膨張剤添加量の多い160kg/m³のほうが発生量の多い傾向であった。膨張量、ひび割れ発生状況にスリットの設置、スターラップの破断による影響は確認され

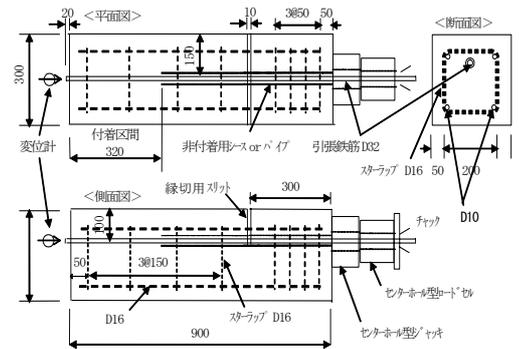


図-1 供試体概略図

No	図	膨張量 (膨張剤添加量)	スリット	鉄筋破断	付着強度 (最大) (N/mm ²)	付着強度 (0.002D) (N/mm ²)
1-0-0		(0kg)	なし	なし	9.1	5.8
2-0-0		小 (80kg)	なし	なし	9.3	5
3-0-0		中 (120kg)	なし	なし	8.9	3.2
4-0-0		大 (160kg)	なし	なし	8.6	2.6
4-1-0		大 (160kg)	1枚	なし	7.7	2
4-2-0		大 (160kg)	2枚	なし	7.6	2.2
4-2-1		大 (160kg)	2枚	あり	1.0	0.1
		なし-1 小-2 中-3 大-4	なし-0 1枚-1 2枚-2	なし-0 あり-1	付着強度は 各ケースの平均値	

図-2 試験ケース及び付着強度一覧

なかった。（図-3）

2) 付着応力—すべり関係

引抜試験結果より土木学会基準「引抜試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法（JSCE-G503-1999）」を参考にし、最大付着強度と自由端すべり量 0.002D における付着強度（以下「付着強度」という。）を算出した。（図-2）。また、局所的な付着応力 - すべり関係を付着域の中心である自由端から 150mm の位置の鉄筋ひずみ分布から算定した。（※1（図-4～図-10）



図-3 供試体劣化状況（膨張剤 160kg/m³）

膨張量の違い（図-4～図-7）に着目すると、膨張量が最大のケース以、最大付着応力に大きな差は見られなかった。しかし、すべり量 - 付着応力の傾きは膨張量に比例して小さくなる傾向にある。また、スリットによる影響（図-7～図-9）ではスリットを挿入することで、スリット無しより最大付着強度及び付着強度が小さくなる結果となった。さらに鉄筋を破断させて自由膨張させた供試体では付着強度が著しく低下して鉄筋の拘束の効果が付着強度に大きく影響していることが分かる。（図-9、図-10）

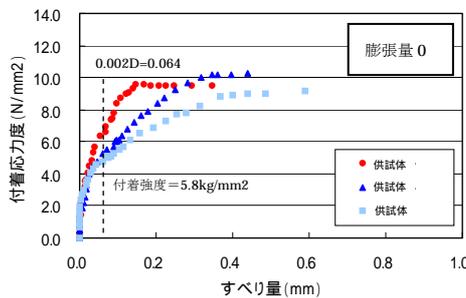


図-4 付着応力—すべり関係（No1-0-0）

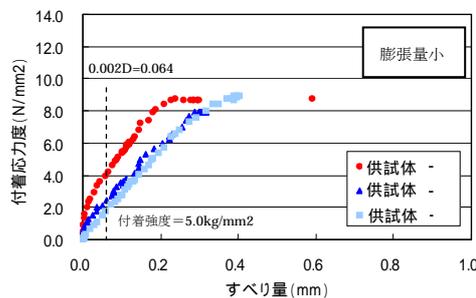


図-5 付着応力—すべり関係（No2-0-0）

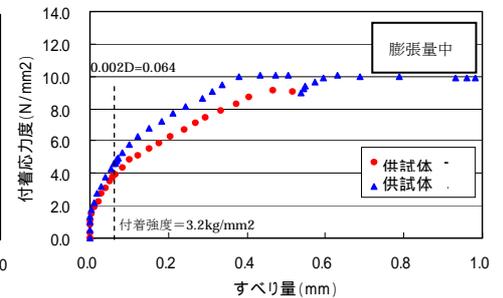


図-6 付着応力—すべり関係（No3-0-0）

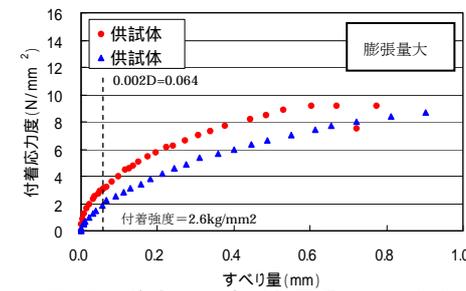


図-7 付着応力—すべり関係（No4-0-0）

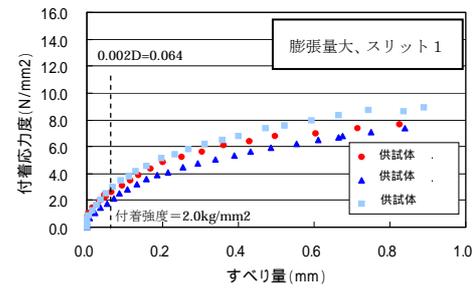


図-8 付着応力—すべり関係（No4-1-0）

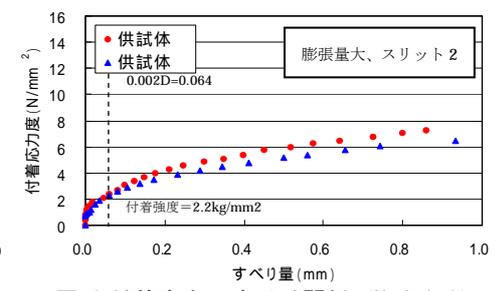


図-9 付着応力—すべり関係（No4-2-0）

3) 超音波伝播速度と付着強度の関係

超音波伝播速度と付着強度の関係を図-7に示す。膨張量の違いで概ね伝播速度 2500m/sec 以上の範囲で付着強度と相関が認められたが、膨張量が大きい供試体に関しては、伝播速度にばらつきが見られた。

4. まとめ

本実験では、ASR 劣化を膨張剤による膨張とスリットによって模擬する事で、劣化によって付着応力が低下する事が確認できた。特に、スターラップを破断させた場合にはその影響は顕著であった。一方、破断が無いものに関しては、膨張量の大きいものであっても、付着には大きな影響がなかった。これは、スターラップが健全である場合は、スターラップ内のコンクリートの膨張は抑制されるため、かぶりコンクリートほど劣化していないためと考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会論文集 第 378 号/V6 「マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力 - ひずみ関係」

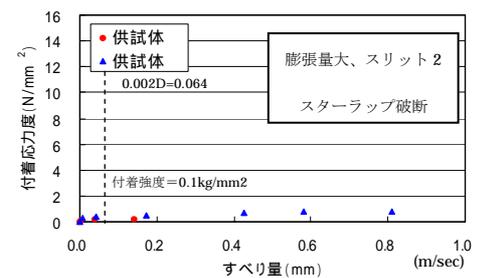


図-10 付着応力—すべり関係（No4-2-1）

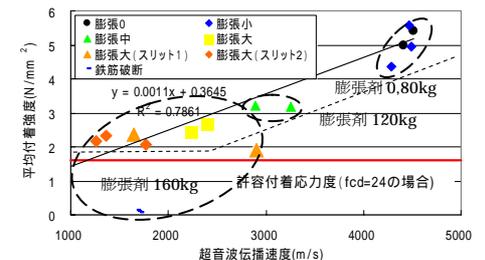


図-11 超音波伝播速度 - 付着強度関係