分離低減剤を添加したコンクリートの鉄筋との付着性状

飛島建設　建設事業本部　正会員　○田畑　美紀
飛島建設　建設事業本部　正会員　川里麻莉子
飛島建設　建設事業本部　正会員　槙島　修
飛島建設　建設事業本部　正会員　寺澤　正人

１．はじめに

コンクリートの品質向上を目的とした様々な分離低減策があるが，近年，分離低減剤の適用事例が増加傾向にある．分離低減剤の効果の一つとして，ブリーディングの抑制が挙げられ，水平鉄筋の下面に生じる脆弱層形成の低減などにより，コンクリートと鉄筋の付着性状を改善して，ひび割れ抵抗性の向上が期待できる．一般に，ひび割れ抵抗性を評価する手法としては，付着試験などの材料レベルでの試験や，拘束供試体による収縮試験などの部材レベルでのひび割れ抵抗性試験がある．これに対し，筆者らは，分離低減剤を添加したコンクリートの初期ひび割れ抵抗性を，構造体レベルで汎用性をもって評価可能な解析的手法により評価することを目指している．本検討では，解析的評価を実施する事前段階として，分離低減剤を添加したコンクリートに対し材料レベルでの試験を実施し，分離低減剤の効果を確認するとともに，解析的手法による評価の入力情報となる，材料レベルでの試験結果の解析への反映方法について検討した．

２．試験概要

２．１　試験項目および試験方法

本検討において実施した試験項目および試験準拠規格を**表-1** に示す．コンクリートの圧縮強度試験は，材齢 7 日，28 日，91 日および付着試験実施材齢である 112 日に実施した．また，付着試験については，ブリーディングの影響を試験結果に反映させるため，**図-1** に示すように，まず，高さ 900mm のコンクリート上部に鉄筋（D25）が配置されるようにコンクリートを打設した後，試験実施前に鉄筋を含む領域でコンクリートを切断加工して，コンクリート寸法 150×150×150mm の供試体を作成した．

表-1　試験項目および準拠規格

試験項目	準拠規格
ブリーディング試験	JIS A 1123
圧縮強度試験	JIS A 1108
付着試験	JSCE-G 503-2010

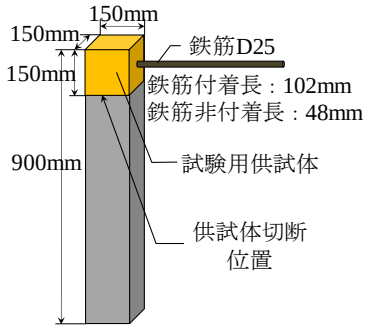

図-1　付着試験供試体概要

２．２　コンクリートの配合および使用材料

試験に供したコンクリートの配合を**表-2** に示す．使用材料は，いずれの配合においても，普通ポルトランドセメント，陸砂（富津産），硬質砂岩砕石（八王子産），水道水，AE 減水剤標準形を使用した．試験において検討対象とした分離低減剤は 2 種類とし，配合 A での分離低減剤は人工ゼオライトを主成分とする後添加型の粉末材料，配合 B での分離低減剤は高活性コロイド状セラミックスを主成分する後添加型の液体材料である．

また，付着試験に用いる鉄筋の材質は SD295A とした．

３．試験結果

３．１　ブリーディング試験結果

ブリーディング試験結果を**図-2** に示す．分離低減剤を添加したコンクリート（以後 A，B と示す）は，無添加のコンクリート（以後

表-2　コンクリートの示方配合

配合名称	目標ｽﾗﾝﾌﾟ（cm）	目標空気量（%）	水ｾﾒﾝﾄ比 W/C(%)	細骨材率 s/a（%）	単位量（kg/m³） W	C	S	G1	G2	AD	分離低減剤
N	15±2.5 程度	4.5±1.5	55.0	44.0	170	309	795	616	411	C×1.0 (%)	—
A											2.5g/m³
B											200g/m³

混合率G1：G2＝6：4

キーワード　分離低減剤，ブリーディング，付着性状，初期ひび割れ，ひび割れ抵抗性
連絡先　〒231-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP R&D 棟 2F　TEL 044-829-6716

N と示す）と比較してブリーディング量が 24%程度低減し，分離低減剤のブリーディング抑制効果が確認された．

３．２　圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を**図-3** に示す．いずれの材齢においても，A および B は N と同程度の圧縮強度であり，分離低減剤は圧縮強度には大きな影響を与えないことが確認された．

３．３　付着試験結果

付着試験結果を**図-4** に示す．分離低減剤添加の有無により付着応力-すべり関係の傾向は異なり，A および B は，N に対して同一すべり量における付着応力が大きく向上することが確認された．これは，ブリーディング抑制による鉄筋下面の脆弱層形成低減効果によるものと考えられる．既往の文献 [1)]などでは，圧縮強度を変数とする付着強度の推定式が示されているが，３．２に示したように，分離低減剤添加の有無に関わらず圧縮強度は同等であるのに対して，付着性状には差があることから，既往の推定式を用いて圧縮強度試験結果より付着強度などの付着性状を表す特性値を推定することは難しいと考えられる．

また，ひび割れ抵抗性を解析的に評価する場合には，**図-5** に示す CEB-FIP 式[2)]を用いて付着応力-すべり関係を解析に考慮する事例が多い．N の付着応力-すべり関係は放物線状で CEB-FIP 式の初期付着応力-すべり関係と同様の挙動を示した．一方，A および B は一定の付着応力までは，ほとんどすべり量が増加しないが，一定値を超えると急激にすべり量が増加するという挙動を示し，CEB-FIP 式の初期付着応力-すべり関係とは異なる挙動を示した．これより分離低減剤を添加したコンクリートの初期ひび割れ抵抗性を解析的に評価する場合には，付着応力-すべり関係に CEB-FIP 式を適用することは妥当ではなく，別途定式化をする必要があると考えられる．

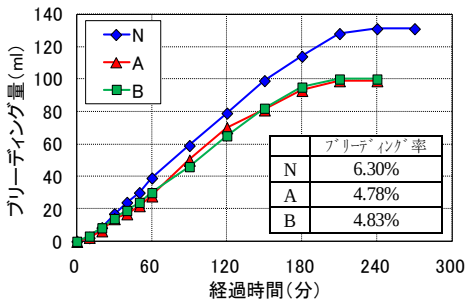

図-2　ブリーディング試験結果

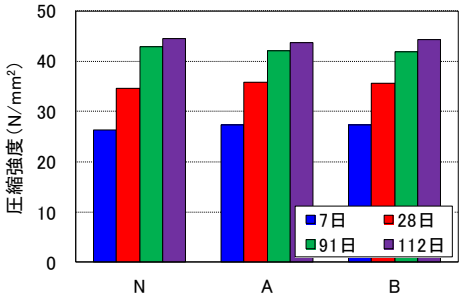

図-3　圧縮度試験結果

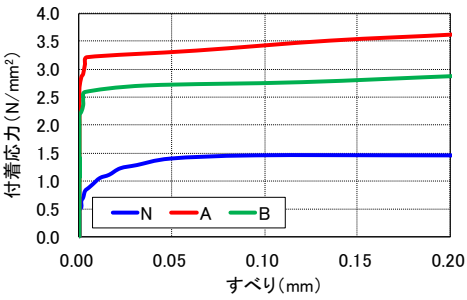

図-4　付着試験結果

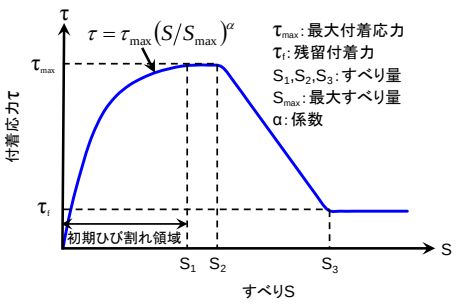

図-5　CEB-FIP 式の付着応力-すべり関係

４．まとめ

本検討により得られた結果を以下に示す．

(1)分離低減剤のブリーディング抑制効果および付着性状改善効果が認められた．

(2)分離低減剤を添加したコンクリートの付着強度などの付着性状を表す特性値を，既往の推定式を用いて圧縮強度から求めることは難しい．また，初期ひび割れ抵抗性を解析的に評価する場合には CEB-FIP 式により付着応力-すべり関係を表現するのは妥当ではなく，別途，定式化をする必要があると考えられる．

今後は，分離低減剤を添加したコンクリートの付着応力-すべり関係についての検討や解析結果とひび割れ発生の実現象を比較することなどで，分離低減剤を添加したコンクリートの初期ひび割れ抵抗性を解析的に評価する手法の確立を目指したい．

参考文献

1)土木学会：2007 年制定　コンクリート標準示方書【設計編】，2008.3.

2)Comite Euro-International du Beton：CEB-FIP Model Code 1990，1990.