

発泡剤を添加した水中不分離性コンクリートの付着強度特性について

東洋建設(株) 正会員 佐野清史 東洋建設(株) 正会員○末岡英二
(株)パナソニック 正会員 高津行秀 徳山曹達(株) 正会員 三浦勝暉

1. はじめに 水中不分離性コンクリートの特徴を生かした適用範囲の拡大を目指し、水中での構造物基礎空隙充填、構造物の断面修復、鋼管防食、RC構造物の作製等に適用する場合、より高い充填性、付着性が必要とされる。本研究は、そのための一手法としてコンクリートに膨張性を付与する発泡剤の利用を図り、その適用性について検討するものである。既に筆者らは、発泡剤を添加した水中不分離性コンクリートの膨張特性についていくつかの基本的な知見¹⁾を得ている。本稿は発泡剤による膨張作用が、水中不分離性コンクリートの付着強度特性に及ぼす効果について調べた結果を述べたものである。

2. 使用材料 使用材料を表-1に示す。水中不分離性混和剤(以下、不分離剤)はセルローズ系のものを用い、発泡剤は施工時間を考慮してアルカリとの反応時間を遅らせるように被覆加工処理を施したアルミニウム粉末を、コンクリート中での分散性を増すために懸濁液にして使用した。

3. コンクリートの配合 表-2に示すように基本的な配合要素は同一とし、コンクリートの膨張率の違いによる付着強度特性への効果を比較するために、無添加のケースも含めて発泡剤の添加率を4水準に変化させた。不分離剤、高性能減水剤、AE減水剤添加量は、水中不分離性コンクリートで用いられている標準的な値とした。

4. 実験内容

基本的な特性として圧縮強度、発泡剤によるコンクリートの膨張

率について測定した。圧縮強度試験は水中不分離性コンクリート設計施工指針(案)²⁾に準じて行い、試験体はコンクリートの膨張を拘束して作製した。膨張率はモールドに詰めたコンクリートの鉛直方向の高さ変化から測定した。付着強度特性は、コンクリート打継ぎ部の付着性、鉄筋とコンクリートの付着性により評価した。打継ぎ試験体は、図-1に示すように間隙への充填を想定して、鋼製型枠(600×150×150mm)の上半分にあらかじめ打継ぎ面の骨材を洗い出した旧コンクリート部分を作り、下半分に水中不分離性コンクリートを充填して作製した。養生後、打継ぎ面を破壊面とする曲げ試験をJIS A 1106に準じて行い、打継ぎ面の曲げ強度により付着力を評価した。鉄筋とコンクリートの付着性は、土木学会基準³⁾引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験(案)⁴⁾に準じた付着試験を水平筋、鉛直筋について実施し、その結果から評価した。

Kiyohumi SANO, Eiji SUEOKA, Yukihide TAKATSU, Katsuki MIURA

表-1 使用材料

材 料	仕 様
高炉セメントB種	比重: 3.04
海砂	比重: 2.50, 吸水率: 2.70%, F.M.=2.46
碎石	比重: 2.59, 吸水率: 0.78%, F.M.=6.85 最大骨材寸法: 20mm
水中不分離性混和剤	水溶性高分子 ¹⁾ ロキシエチルセルローズ
高性能減水剤	高縮合 ²⁾ リゾ ³⁾ 系化合物
AE減水剤	リグ ⁴⁾ コンス ⁵⁾ 酸化合物 ⁶⁾ リ ⁷⁾ アル ⁸⁾ 複合体
発泡剤(懸濁液)	被覆加工処理 ⁹⁾ アルミ ¹⁰⁾ ン ¹¹⁾ 、減水剤 ¹²⁾ (¹³⁾ リ ¹⁴⁾ ス ¹⁵⁾ ル ¹⁶⁾ ン ¹⁷⁾ 酸 ¹⁸⁾ 化合物 ¹⁹⁾ 、分散剤 ²⁰⁾ (²¹⁾ 変 ²²⁾ 成 ²³⁾ 特 ²⁴⁾ 殊 ²⁵⁾ ア ²⁶⁾ ル ²⁷⁾ ミ ²⁸⁾ ン ²⁹⁾ コ ³⁰⁾ ー ³¹⁾ ル ³²⁾

表-2 コンクリートの配合

実験 ケース	設定ス ランブ フロー (cm)	設定 空気量 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材 率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				水中 不分離性 混和剤 (×W%)	高性能 減水剤 (×C%)	AE 減水剤 (×C%)	発泡剤 (アルミ 粉末) (×C%)
					水	セ メント	細骨材	粗骨材				
					W	C	S	G				
1					235	427	605	939	1.15	2	0.25	—
2	55	2	55	40								0.005
3												0.01
4												0.015

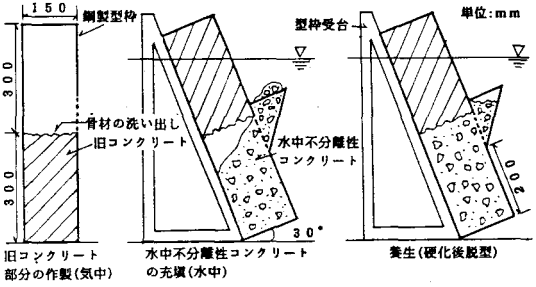


図-1 打継ぎ試験体作製方法

5. 実験結果

5. 1 基本特性

図-2に発泡剤添加率と膨張率の関係、図-3に膨張率と圧縮強度(水中作製:材令28日)の関係を示す。ここで、発泡剤無添加での膨張率は0%と仮定した。発泡剤添加率と膨張率はほぼ比例し、圧縮強度は膨張率の増加とともに低下した。その低下率は膨張率1%当り3%程度であった。

5. 2 打継ぎ部の付着性

コンクリートの膨張率と曲げ強度(3試験体の平均:材令28日)の関係を図-4に示す。発泡剤の膨張作用により、打継ぎ部の曲げ強度は大きくなり、打継ぎ部の付着性が向上することがわかった。その効果は、膨張率2%が程度(発泡剤添加率 $C \times 0.005\%$ 程度)であれば、あまり変わらなかった。これは、膨張率が大きくなるとコンクリートそのものの曲げ強度が低下し、膨張効果が反映されないためと考えられる。

5. 3 鉄筋とコンクリートの付着性

コンクリートの膨張率と鉄筋とコンクリートの最大付着応力度(3試験体の平均:材令28日)の関係を図-5に示す。各ケースとも試験体間でのばらつきはあったが、平均値を比較すると発泡剤の膨張作用により、最大付着応力度は増加した。特に鉛直筋においては、膨張率4.5%程度(発泡剤添加率 $C \times 0.01\%$ 程度)で発泡剤無添加に比較して約1.5倍にまで増加し、発泡剤による効果が顕著であった。水平筋においても発泡剤添加による付着応力度の増加が認められたが、その効果は膨張率4.5%程度以上になると小さくなった。これは、膨張率が大きくなるにつれて圧縮強度の低下率も大きくなり、付着強度に影響を及ぼしたためと思われる。図-6に付着応力度とすべり量の関係を示す。水平筋、鉛直筋ともに発泡剤を添加した方が、同一すべり量に対する付着応力度が大きい傾向が認められた。

6. 結論 (1)発泡剤の膨張作用により、水中不分離性コンクリート打継ぎ面の付着性、鉄筋とコンクリートの付着性の向上がみられた。

(2)コンクリートの膨張率の違いにより付着性の向上度合が異なった。打継ぎ面の付着性向上に必要な膨張率は2%程度で十分であり、鉄筋とコンクリートの付着性向上に最も効果があったのは膨張率4.5%程度で、それ以上の膨張率では逆に効果が少なくなった。

参考文献 (1)末岡・佐野:発泡剤を混入した水中不分離性コンクリートの諸特性について、平成3年度関西支部年次学術講演概要、V-10(2)土木学会コンクリート工法-67:水中不分離性コンクリート設計施工指針(案), p. 74~75, 1991

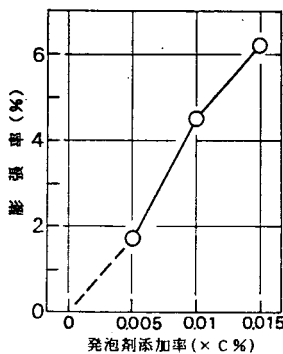


図-2 発泡剤添加率と膨張率の関係

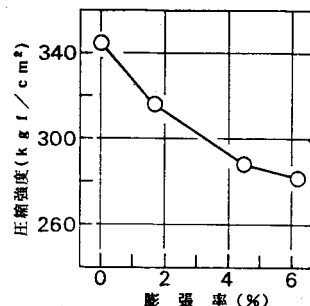


図-3 膨張率と圧縮強度の関係

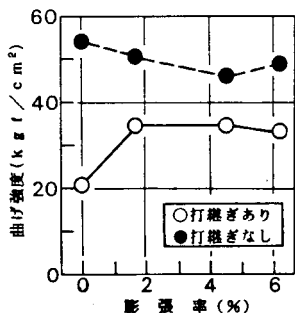


図-4 膨張率と曲げ強度の関係

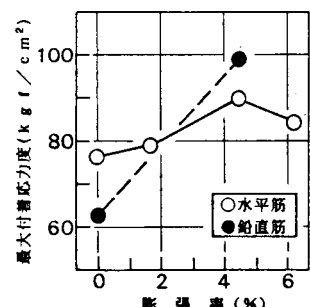


図-5 膨張率と最大付着応力度の関係

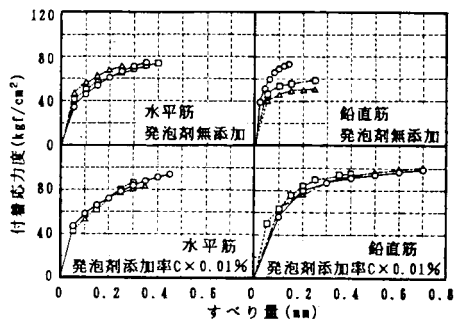


図-6 付着応力度とすべり量の関係