

企 業 名 : 宮田コンクリート工業 有限
会社

研究代表者 : 社会環境工学科
准教授 佐川 孝広

研究テーマ : 「耐凍害性コンクリート製品の
開発」

開発結果報告書

1 実施内容 (開発の実績)

本研究では、コンクリート製品を対象に、コンクリートの表層剥離(スケーリング劣化)に対する抵抗性を高める方策として高炉スラグ微粉末の活用に着目した。その上で本研究では、コンクリートの強度発現およびスケーリング劣化に及ぼす高炉スラグ微粉末の粉末度と置換率の影響を明らかにし、耐凍害性に優れたコンクリート製品を開発することを目的に検討を行った。

コンクリートの配合を選定するために、モルタルを用いたスクリーニング試験を前橋工科大にて実施した。その結果、3%NaCl溶液を用いた凍結融解試験によるスケーリング量は、普通ポルトランドセメントと比較して高炉セメントA, B, C種で著しく少なくなった。(図-1, 2)

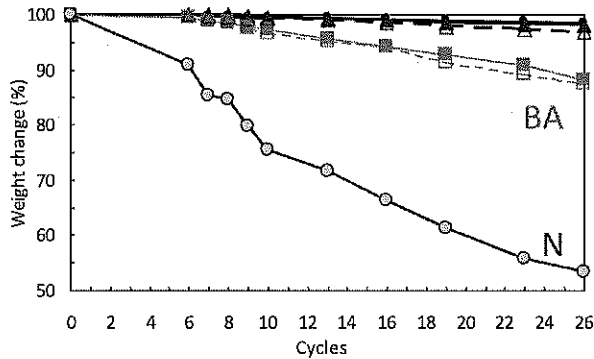


図-1 モルタル凍結融解試験結果

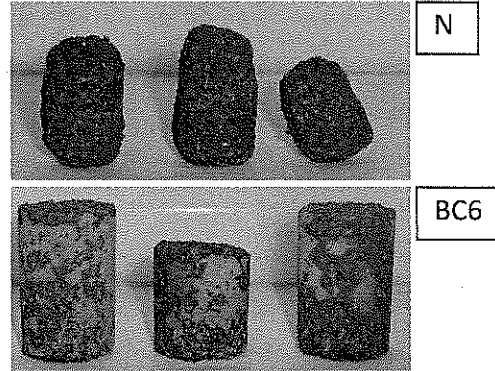


図-2 凍結融解26サイクル終了時の試験体外観

上述の結果を受け、コンクリートの配合は普通セメントを用いたNを対照として、粉末度4000の高炉スラグ微粉末を25%置換したBA, 45%置換したBBを選定した。コンクリートの作製は宮田コンクリート工業社にて行った。コンクリート圧縮強度試験結果を図-3に示す。

また、RILEM CDF法によりコンクリートの凍結融解試験を行った結果、BBコンクリートのスケーリング量は、Nの半分以下となった。(図-4)

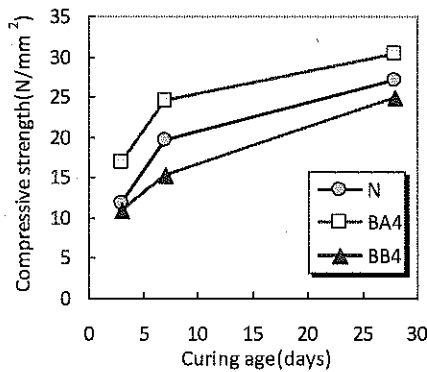


図-3 コンクリート圧縮強度

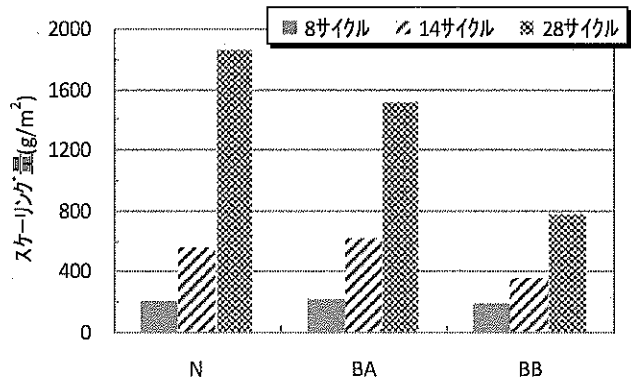


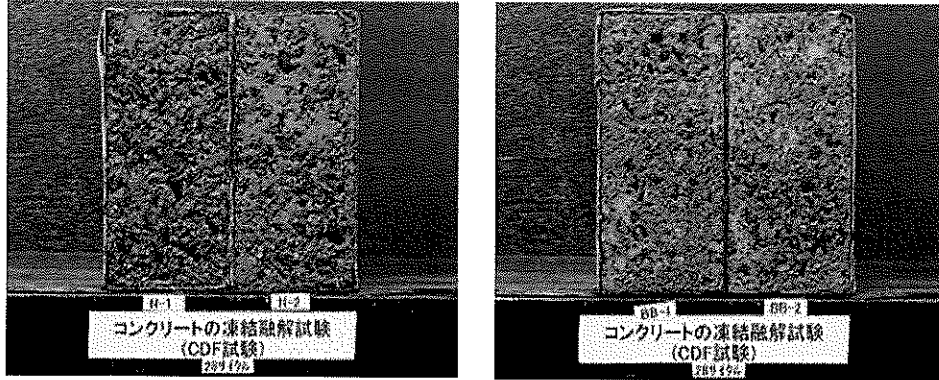
図-4 コンクリートのCDF試験結果

2 開発の成果

本研究の結果により、蒸気養生を行った高炉セメントB種を用いたコンクリートは、塩分環境下での凍結融解作用によるスケーリング量は普通セメントを用いた場合の半分以下になることが明らかとなった。

しかし、下図の試験体外観を確認すると分かるように、コンクリートの外観上からは、高炉スラグの混和によりスケーリング抵抗性が大きく改善された、とはいいいにくい。これは、高炉スラグの混和により「スケーリング深さ」が改善され、結果としてスケーリング量の数値は小さくなったものの、凍結融解作用により表層のスキンコンクリートが失われる「スケーリング現象」そのものは抑制されていないために、外観上は大きな差異となって見えにくいためと推測される。

なお、高炉スラグ微粉末4000を用い、高炉セメントB種相当のセメントにてコンクリート製品を製造した際のコストは、普通セメントを用いた場合と同程度と推測される。



(a) 普通セメント

(b) 高炉セメントB種

図-5 CDF試験後のコンクリート試験体外観

なお、これらの研究結果は、以下の対外報告を行った。

- 1) 金子翔一，佐川孝広：モルタルの耐凍害性に及ぼす高炉スラグ微粉末の粉末度と置換率の影響，第44回土木学会関東支部技術研究発表会，V-23，2017
- 2) 佐川孝広：コンクリートのスケーリング抵抗性に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響，平成29年度土木学会全国大会第72回年次学術講演会，V-483，2017

3 成果の事業化の見通し

本研究の結果により、蒸気養生を行った高炉セメントB種を用いたコンクリートは、塩分環境下での凍結融解作用によるスケーリング量は普通セメントを用いた場合の半分以下になることが明らかとなった。しかしながら、試験体外観を確認すると分かるように、コンクリートの外観上からは、高炉スラグの混和によりスケーリング抵抗性が大きく改善された、とはいいいにくい。これは、高炉スラグの混和により「スケーリング深さ」が改善され、結果としてスケーリング量の数値は小さくなったものの、凍結融解作用により表層のスキンコンクリートが失われる「スケーリング現象」そのものは抑制されていないために、外観上は大きな差異となって見えにくいためと推測される。高炉スラグの混和により、スケーリング深さに関わらず塩分浸透深さは顕著に抑制されることが指摘されており、コンクリートの耐久性向上には大きく寄与していると思われるが、美観・外観を含めた耐凍害性の向上、およびコンクリート製品への実用化のためには、下記のような課題が残されていると考えられる。

- ・高炉セメントC種領域での検討
- ・コンクリート水結合材比の最適化
- ・コンクリートのフレッシュ性状の調整および空気量の最適化
- ・コンクリート養生条件の最適化
- ・コンクリート製品のコストパフォーマンスの最適化
- ・コンクリート実機製造での諸性状の確認