

ハイフレントの耐凍結融解性および耐塩害性について

日鐵セメント株式会社

1. はじめに

ハイフレントは、高炉スラグ微粉末およびポリマーの添加により、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートに比べ、硬化体が緻密となることで、すぐれた耐凍害性および耐塩害性を有する無収縮グラウトモルタルです。

ここでは、ハイフレントの耐凍結融解性能および耐塩害性能について普通コンクリートと比較しながら考察します。

2. 性能比較

1) 耐凍結融解性能

ハイフレントと普通コンクリートの試験結果の比較性能を図1、2に示します。試験方法はJIS A 6204の附属書2 コンクリートの凍結融解試験方法に基づいています。

試験結果は、質量変化率および相対動弾性係数とも300サイクルにおいて、ハイフレントは、ほぼ100%となり劣化が見られないのに対し、普通コンクリートは両方ともほぼ90%と1割程度の劣化が見られます。写真1～3に普通コンクリートの劣化した試験終了時外観を、写真4、5にハイフレントの劣化のほとんど見られない試験終了時外観を示します。

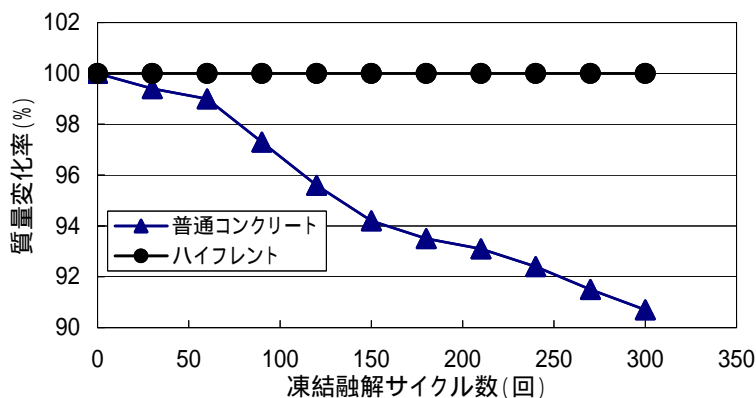


図1

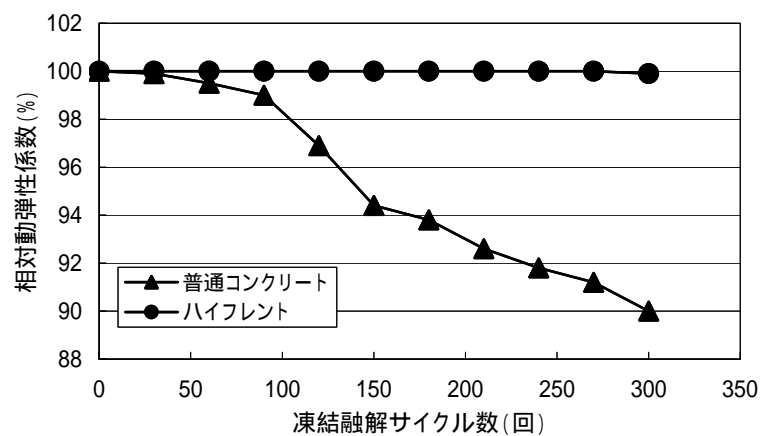


図2



写真4
ハイフレント



写真5
ハイフレント

2)耐塩害性

ハイフレントと普通コンクリートの塩分浸透深さ試験結果を図3に示します。

試験方法は、10cm×20cm試験体を5%NaCl水溶液に浸漬し、試験材齢において切断した断面に対し、0.1N硝酸銀溶液、次いで5%クロム酸カリウム溶液を噴霧し、白色を呈した部分の深さを測定し塩分浸透深さとしました。

図に示すように、ハイフレントの塩分浸透深さは普通コンクリートに較べ材齢4ヶ月で1/3程度となっている。このようにハイフレントの塩分浸透性は普通コンクリートに較べ著しく小さいことがわかります。

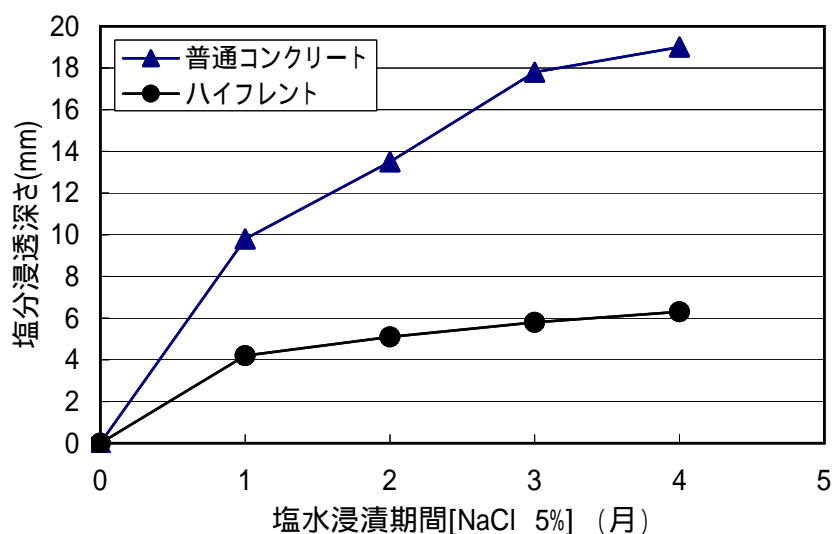


図3

3)塩分による凍害促進

海岸構造物や融雪剤が散布されるコンクリートでは、塩分により凍結融解による劣化が促進されることが知られています。(別紙1)

ハイフレントは、普通コンクリートに較べ耐凍結融解性が高く、かつ塩分が浸透しづらいことから、劣化が促進される程度も普通コンクリートより抑制されます。

3.まとめ

ハイフレントは、普通ポルトランドセメントを用いた普通コンクリートに較べ、耐凍害性、耐塩害性に優れています。

その程度は、耐凍結融解性(300サイクル)ではハイフレントが質量減少0%に対して、普通コンクリートは10%の質量減少が発生し、塩分の浸透性はハイフレントは普通コンクリートの1/3でありました。

また、塩分により凍結融解による劣化が促進された場合、上記の差は、さらに広がると考えられます。

以上

別紙1 コンクリート技術の要点 01 日本コンクリート工学協会 より抜粋

し、かつ入念な締固めと養生を行うことが大切である。

iv) 下水施設における劣化対策として、抗菌剤を混和剤として用いる場合がある。

(6) 凍 害

a. 概 要

i) コンクリートに含まれている水分が凍結すると、水の凍結膨張(約9%)に見合う水分がコンクリート中を移動し、その際に生ずる水圧がコンクリートの破壊をもたらす。

この破壊はセメントペースト中、骨材中および両者の界面で生じる。

ii) 耐凍害性が小さい骨材を用いると、骨材が割れることにより、コンクリートの劣化を生じる。

吸水率の大きい軟石を用いたコンクリートでは、凍結時に骨材自身が膨張し、表面のモルタルをはじき出すことがある(ポップアウト)。

iii) コンクリートの耐凍害性は、空気量と密接に関係する(図3.2-7)。同一空気量の場合、気泡が小さいほど、したがって気泡間隔係数(2.1(5))が小さいほど耐凍害性は増大する。

iv) 海水の作用と凍結融解作用が複合すると、劣化作用は著しく大きくなる。北海道、東北、北陸などの海岸地域では、港湾コンクリート構造物のスケーリングやひび割れが多発している。

また、融雪剤が散布される構造物では、凍害

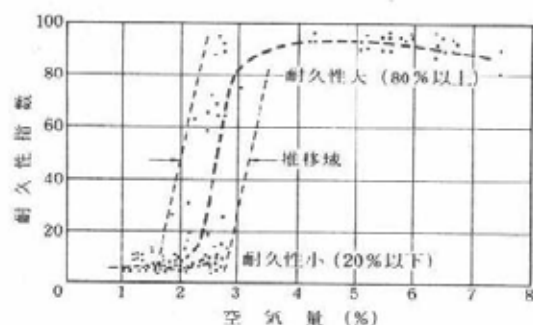


図3.2-7 コンクリートの凍害と空気量との関係²⁾(種々の骨材・セメント量・水セメント比・空気量による結果)²⁾

による劣化が促進される場合もある。

v) 凍結によりコンクリート中の塩分は内部へ移動する。鉄筋位置での塩分濃度が高くなると塩害を生じるので注意が必要である。

b. 対策と試験法

i) 耐凍害性の大きな骨材を用いる。この判定にはJIS A 1122「硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験方法」が用いられる。

ii) 耐凍害性を増大させる最も重要な要素は、AE剤あるいはAE減水剤(1.3(2)-a)を使用して適正量(粗骨材の最大寸法に応じ3~6%程度)のエントレインドエアを連行することである。エントレインドエアの気泡は、コンクリートの硬化後も水で満たされることなく、凍結時の移動水分の逃げ道となる。

iii) 気泡間隔係数等の気泡の特性が同一の場合、水セメント比を小さくして密実な組織のコンクリートとすることは、耐凍害性を増大させるために有効である(図3.2-8)。

iv) 融雪水がコンクリート中にできるだけしみ込まないようにコンクリート構造物の水切り、水勾配、防水等を工夫することも重要である。

v) コンクリートの耐凍害性は、供試体(10×10×40cm)に凍結融解を所定の回数(JIS A 6204の混和剤の評価では200サイクルまで、土木学会規準では300サイクルまで)繰り返す凍結融解試験を行い、動弾性係数の保持の割合(耐久性指数)により評価する。

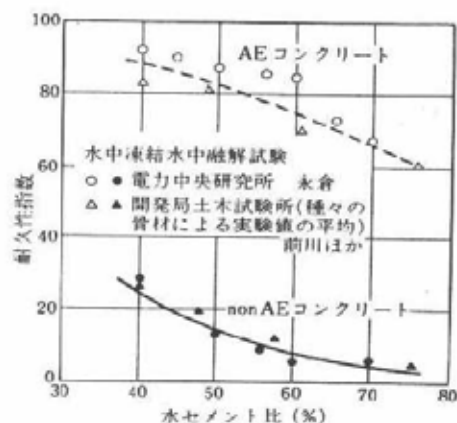


図3.2-8 コンクリートの凍害と水セメント比との関係²⁾