

耐寒促進剤を配合した無機系接着剤の防凍成分濃度に関する検討

住友大阪セメント 正会員 ○安藤 重裕, 非会員 兼吉 孝征
 室蘭工業大学 正会員 高瀬 裕也
 飛島建設 非会員 折田 現太, 非会員 阿部 隆英

1. 目的

無機系接着剤を使用した、あと施工アンカーの施工を寒中期に行う場合、強度発現の遅れによる工期の長期化や初期凍害による不具合が懸念される。そこで、著者らは氷点下を含む寒中コンクリートの適用期間（日平均気温-10～4℃以下）においても、あと施工アンカーに無機系接着剤を適用することを目的として、無機系接着剤の練り混ぜ水に耐寒促進剤を配合した。本研究では、練り混ぜ水に含有する耐寒促進剤の主成分である亜硝酸塩の濃度（以下、防凍成分濃度と呼ぶ）を実験条件として、無機系接着剤の凝固点を確認すると共に、あと施工アンカーの付着強度試験の結果から適切な防凍成分濃度を選定する。また、選定した濃度で製作した無機系接着剤の圧縮強度発現も併せて確認を行う。

2. 実験概要

(1) 無機系接着剤の凝固点確認試験

本論で扱う無機系接着剤は、結合材、砂等がプレミックスされたカートリッジタイプの超速硬セメント系あと施工アンカー¹⁾であり、無機系接着剤に使用する練り混ぜ水の防凍成分濃度を、0%, 3.2%, 5.5%, 7.7%, 11.1%, 14.3%, 17.3%, 29.4%, 38.5%の計9条件として凝固点の確認を行った。供試体は直径50mm、高さ100mmの円柱形とし、型枠に無機系接着剤を打設後、供試体の中心部に温度計を配置した。その後、-20℃の恒温機内に供試体を静置し、無機系接着剤の練上がり後の温度を測定した。なお、本試験では、凝固熱により温度が上昇した値を凝固点とした。

(2) 付着強度試験

無機系接着剤の防凍成分濃度とあと施工アンカーの付着強度の関係を明らかにするために、防凍成分濃度を0%, 7.7%, 11.1%, 14.3%, 17.3%, 29.4%, 38.5%を実験条件とした付着強度試験を行った。また、付着強度試験に用いる母材コンクリートを、鋼管外径191mm、高さ100mm鋼管に打込み、室温で28日間以上養生した後に試験に用いた。その後、母材コンクリートに湿式コアドリルを用いて穿孔径16mmで穿孔した後、-5℃の恒温槽に1日間静置した。

次に、各防凍成分濃度で製作した無機系接着剤を穿孔内に注入し、径 $d_a=12\text{mm}$ 、長さ $L=170\text{mm}$ 、鋼種SNB7の全ネジボルト（以下、アンカー筋と称す）を埋込深さ $5d_a$ として定着させた。アンカー筋を定着した後、-5℃の恒温機内に6日間養生を行い、付着強度試験を行った。また、直径50mm、高さ100mmの円柱供試体を用いて、付着強度試験時の材齢で無機系接着剤の圧縮強度を確認した。

3. 実験結果と考察

(1) 無機系接着剤の凝固点

無機系接着剤に含有する防凍成分濃度と凝固点の関係を図1に示す。防凍成分濃度が1.0%増加すると凝固点が約1.0℃低くなる比例関係にあり、防凍成分濃度と凝固点

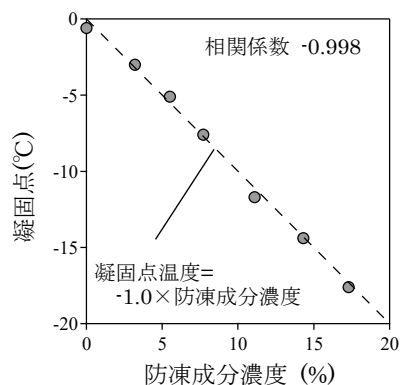


図1 防凍成分濃度と凝固点の関係

キーワード 寒中施工, アンカー, 防凍成分濃度, 付着強度, 圧縮強度

連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 住友大阪セメント(株) セメント・コンクリート研究所 TEL 047-457-0184

は高い相関関係を得る結果となった。以上の結果から、防凍成分濃度が10%以上であれば、-10℃環境下においても無機系接着剤が使用できると判断される。また、防凍成分濃度29.4%、38.5%の供試体は凝固点が-20℃以下となり、凝固点を確認することができなかった。

(2) 付着強度試験結果と防凍成分濃度の選定

養生温度-5℃、材齢6日とした圧縮強度および付着強度と防凍成分濃度の関係を図2に示す。圧縮強度は、防凍成分濃度が14.3%まで増加する傾向であったが、付着強度は防凍成分濃度が11.1%の時が最も高く、それより高い濃度では減少する傾向を呈した。ここで、あと施工アンカーの付着強度²⁾が安全側の評価となる様な、最も高い接着剤区分の設計式は次式となる。

$$\tau_a = 10 \sqrt{e\sigma_B/21} \quad (1)$$

ここに $e\sigma_B$ は母材コンクリート圧縮強度、 τ_a はアンカー筋の平均付着強度である。

付着強度試験時 $e\sigma_B$ は21.8N/mm²であり、式(1)による τ_a は10.2N/mm²と算出された。この値を図2に併記する。同図より、防凍成分濃度が7.7%~17.3%が設計値を満足していることが分かった。以上の結果と凝固点確認試験の結果より、-10℃環境下で凍害を受けない条件かつ、式(1)を満足する防凍成分濃度は11.1%、14.3%、17.3%となった。本研究では、防凍成分濃度の誤差によって不具合が生じないように11.1%~17.3%中間である14.3%を選定することとした。

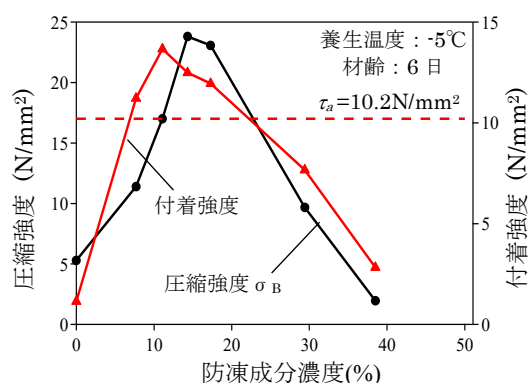


図2 圧縮強度および付着強度と防凍成分濃度の関係

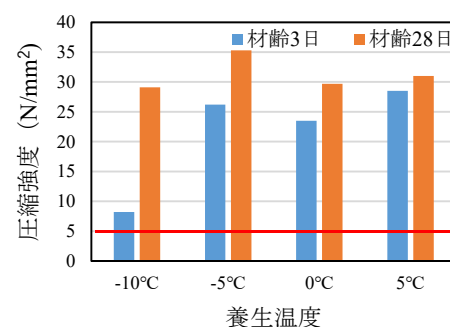


図3 各養生条件と圧縮強度の関係

4. 選定した防凍成分濃度で製作した無機系接着剤の圧縮強度試験

圧縮強度試験の実験条件は、養生温度を、-10℃、-5℃、0℃、5℃とし、材齢は3日、28日とした。圧縮強度試験の供試体は、付着強度試験時の圧縮試験と同じ円柱状型枠に無機系接着剤を打設して製作した。その後、各養生温度で所定の期間まで静置した。

各養生条件と圧縮強度の関係を図3に示す。注水から3日後の圧縮強度は、すべての養生条件において5 N/mm²を超える結果となった。また、材齢28日強度に関しては、各養生温度条件で、30N/mm²程度となり、防凍成分14.3%の付着強度結果から、いずれの養生条件においても付着強度は20N/mm²以上となるものと推測される。

5. まとめ

氷点下を含む低温環境下で、あと施工アンカーに無機系接着剤を適用することを目的とし、練り混ぜ水に亜硝酸塩を主成分とした耐寒剤を用いて無機系接着剤の基礎データを採取した。防凍成分14.3%の練り混ぜ水を使用することで、アンカー筋の良好な付着強度を得られる結果となった。また、防凍成分14.3%の練り混ぜ水を使用した無機系接着剤を氷点下で養生した圧縮強度試験結果は、材齢28日で30N/mm²程度で、寒中期でも十分な強度発現が見込める結果となった。

参考文献

- 1) 安藤重裕ら他7名：超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性，日本建築学会学術講演梗概集，構造IV，pp.201-202，2012.9
- 2) 日本建築学会：各種合成構造設計指針，2010