湿潤養生期間の異なるコンクリートの初期材齢のニオイ強度差と乾燥収縮ひずみおよび圧縮強度比の関係

秋田大学　正会員　○城門　義嗣　　秋田大学　フェロー　加賀谷　誠
秋田大学　正会員　齋藤　憲寿

1. まえがき

本研究は，普通コンクリートと高炉スラグ微粉末(比表面積 6000cm^2/g)をセメントと 50%置換使用したコンクリートについて，異なる期間湿潤養生後に恒温恒湿室(20℃，60%)および夏期屋外に設置して，ニオイ強度，内部湿度，圧縮強度および乾燥収縮ひずみを測定し，材齢 14 日におけるコンクリートのニオイ強度差と材齢 180 日の乾燥収縮ひずみおよび圧縮強度比の関係について検討したものである。

2. 実験概要

普通セメント(密度 3.16g/cm^3)，高炉スラグ微粉末(密度 2.91g/cm^3，比表面積 6150cm^2/g)，混合砂(表乾密度 2.57 g/cm^3，吸水率 3.24%，粗粒率 2.74)，砕石(最大寸法 20mm，表乾密度 2.68 g/cm^3，吸水率 1.34%)，AE 剤を使用した。普通コンクリート(N)および高炉スラグ微粉末をセメントと 50%置換使用したコンクリート(B)を，水結合材比 60%，単位水量 175kg/m^3 の配合として製造した。

コンクリートの内部湿度，ニオイ強度および圧縮強度測定用に直径 100mm の円柱供試体，長さ変化試験用に長さ 400mm の角柱供試体を作製した。材齢 1 日まで実験室内(16～24℃，40～80%)に静置した後，所定の材齢まで水中，恒温恒湿室(20℃，60%)および屋外屋根下(2009 年 9 月～2010 年 3 月，-7.2～27.7℃，16～99%)に設置した。湿潤養生(標準養生)を W，屋外型枠湿布養生を MW，湿布養生しない屋外型枠養生を MD と表示し，湿潤養生期間を末尾の数値で示した。屋外環境温湿度の影響が一定となるように屋外設置を同時に開始した。供試体中心部の深さ 70mm の内部湿度およびニオイ測定器によるニオイ強度を測定した。また，コンタクトゲージによりコンクリートの乾燥収縮ひずみを恒温恒湿室内で測定した。

3. 実験結果および考察

図-1 にニオイ強度の経時変化を示す。N，B とも標準養生のニオイ強度は増加傾向を示し，B が N より高炉スラグの有するニオイ特性により大きくなったが，湿潤養生期間が 1 日では低下傾向を示し，B が N より小さくなった。標準養生を基準とし，これと異なる養生を行った場合の同材齢でのニオイ強度の差をニオイ強度差と定義すれば，ニオイ強度差は B の方が大きくなった。

図-2 および 3 に乾燥日数 28 日までのニオイ強度差と内部湿度および乾燥収縮ひずみの関係を示す。N，B ともニオイ強度差の増加に伴う内部湿度の低下および乾燥収縮ひずみの増加傾向が認められたが，湿潤養生期間が 1 日の B は，ニオイ強度差が極めて大きくなる傾向を示した。

図-4 および 5 に養生方法を変えて夏期屋外設置したコンクリートの供試体内部のニオイ強度および圧縮強度の経時変化の例を示す。図より，N，B ともニオイ強度は標準養生の場合，増加後に一定値に漸近する傾向，湿潤養生後に屋外設置した場合，設置後に減少した後一定値に漸近し，標準養生と比較して小さい値を示した。圧縮強度は，N，B とも材齢の進行によって増加するが，その程度はコンクリート種別および養生方法によって異なった。

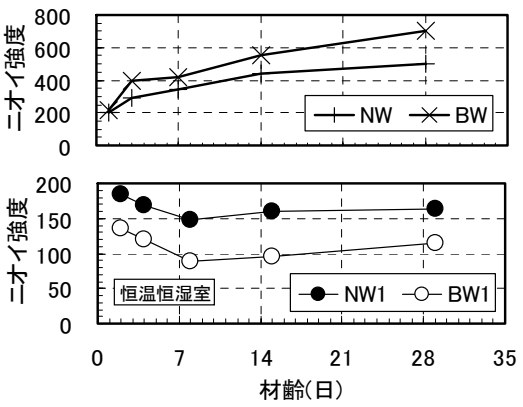

図-1　ニオイ強度の経時変化

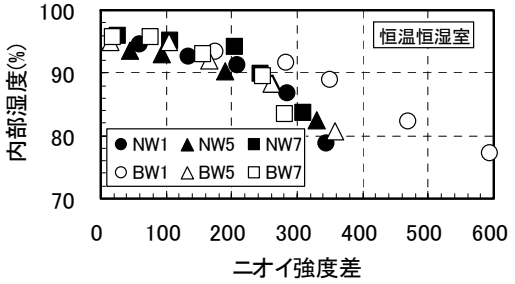

図-2　ニオイ強度差と内部湿度の関係

キーワード　湿潤養生期間，ニオイ強度差，内部湿度，圧縮強度，乾燥収縮ひずみ，高炉スラグ微粉末
連絡先　〒010-8502　秋田市手形学園町 1-1　Tel：018-889-2653　E-Mail：shiro715@gipc.akita-u.ac.jp

図-6 に乾燥収縮ひずみの経時変化の例を示す。図より乾燥収縮ひずみはNとBとも材齢の進行に伴って増加し，材齢180日でNの場合700($\times10^{-6}$)，Bの場合660($\times10^{-6}$)程度と大差が認められなかった。

図-7 に材齢14日のニオイ強度差と材齢180日の乾燥収縮ひずみの関係を示す。図より，両者の間には高度の相関を有する直線関係が認められ，湿潤養生期間が短いほどニオイ強度差は大きく，これに伴い乾燥収縮ひずみが増加する傾向を示した。この結果より，養生期間の異なるコンクリートの6ヶ月後の乾燥収縮ひずみを初期材齢のニオイ強度差で評価できる可能性が示された。

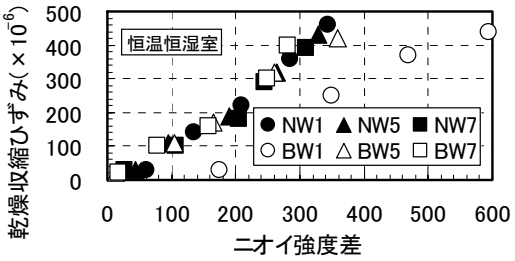

図-3 ニオイ強度差と乾燥収縮ひずみの関係

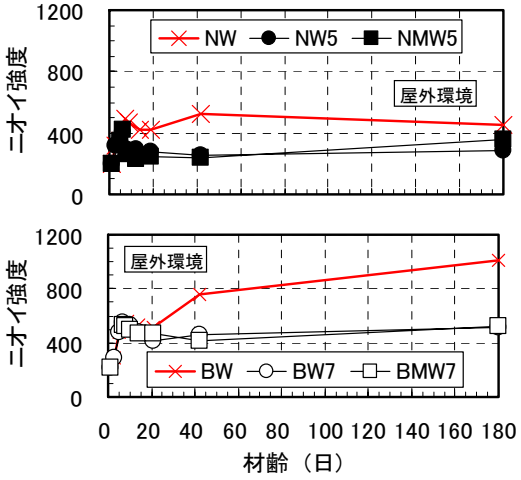

図-4 ニオイ強度の経時変化

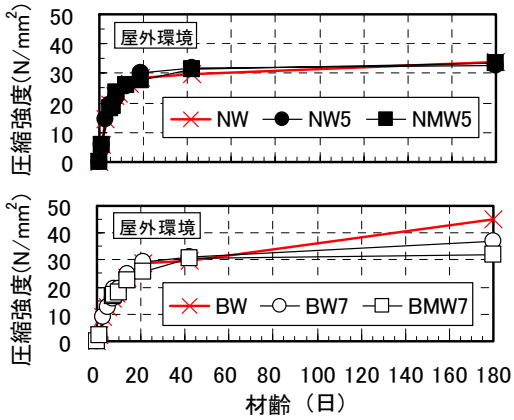

図-5 圧縮強度の経時変化

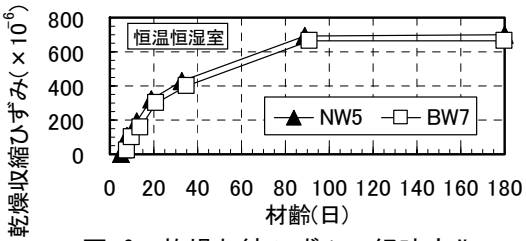

図-6 乾燥収縮ひずみの経時変化

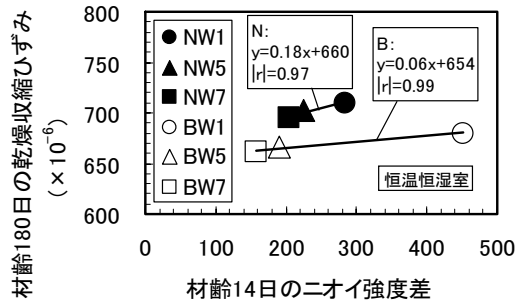

図-7 材齢14日のニオイ強度差と材齢180日の乾燥収縮ひずみの関係

図-8 に養生方法を変えて夏期屋外設置したコンクリートの材齢14日のニオイ強度差と材齢180日の圧縮強度比(材齢180日の標準養生に対する強度比)の関係を示す。N，Bともニオイ強度差の増加に伴って，圧縮強度比は養生方法によらず直線的に減少している。供試体作製時の平均気温が19℃であったため，湿布養生期間をコンクリート標準示方書［施工編］よりN＝5日，B＝7日と設定したNMW5およびBMW7の結果は，得られた近似直線付近に示され，同じ期間標準養生を行った場合と同程度の養生効果が得られていることが明らかとなった。このときのニオイ強度差は，N=183，B=61であった。Bの方が同じ強度発現を得るニオイ強度差が小さいのは，養生効果が低下しやすいため，標準養生に近い湿潤養生が必要であることを示していると考えられる。

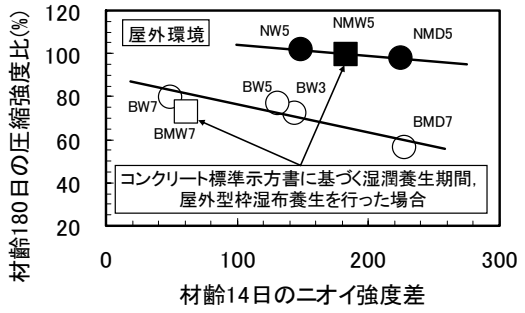

図-8 材齢14日のニオイ強度差と材齢180日の圧縮強度比の関係

4. まとめ

(1) ニオイ強度差が増加するほど供試体内部湿度は低下し，乾燥収縮ひずみは増加することから，ニオイ強度差の増加は養生効果の低下を示していると考えられる。

(2) 初期材齢におけるニオイ強度差と乾燥収縮ひずみの間には正の直線関係が存在し，養生期間の異なるコンクリートの6ヶ月後の乾燥収縮ひずみを初期材齢のニオイ強度差で評価できる可能性が示された。

(3) 初期材齢におけるニオイ強度差と材齢180日の圧縮強度比の間には養生方法によらず負の直線関係が存在し，型枠存置湿布養生を示方書に基づく期間行ったNおよびBの養生効果は，同期間標準養生を行った場合と同程度であった。

謝辞：
本研究に際し，新日鐵高炉セメント株式会社より協力を得た。ここに記して謝意を表します。