

水セメント比の異なるコンクリートのニオイセンサによる養生効果の評価

秋田大学 正会員 ○城門 義嗣 秋田大学 伊東 賢悟
 秋田大学 常 大偉 秋田大学 野坂 典弘
 秋田大学 布施 陽介 秋田大学 フェロー 加賀谷 誠

1. はじめに

コンクリート構造物の長寿命化を図るためには、施工過程において一定期間十分な温湿度を保つ必要がある。冬期に温湿度がより低い場合、水セメント比の小さいコンクリートを、また、温湿度がより高い場合、水セメント比が大きいコンクリートを使用するとき、養生期間を定める方法が十分に明らかにされていない。本研究は、水セメント比の異なる普通コンクリートを冬期温湿度の異なる条件で使用する場合の養生日数について、ニオイ強度を用いて比較検討したものである。

2. 実験概要

普通セメント（密度：3.16g/cm³），混合砂（表乾密度：2.57g/cm³，吸水率：3.16%，粗粒率：2.73），砕石（最大寸法20mm，表乾密度：2.68g/cm³，吸水率1.34%），AE剤を用いて水セメント比(W/C)を40および60%、目標スランプを8cm、目標空気量を6%の配合としたコンクリートを製造した。表-1に

表-1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	AE
40.0	40.7	8.0	6.0	182	455	645	976	0.41
60.0	44.6			175	292	771	1000	0.18

本研究で使用したコンクリートの示方配合を示す。φ100×200mmの供試体を作製し、材齢1~28日まで標準養生(20±3°C水中)，屋外設置(雨がかりのない屋外屋根下，W/C=60%:2006/11/29~12/27，W/C=40%:2007/11/21~12/19)を行った後、JISA1108に準じて圧縮強度試験を実施した。上記と同時にφ100×150mmのニオイ強度測定用の供試体を作製し、材齢毎に打設面中心部にφ6mm、深さ70mmの穿孔を行い、供試体内部のニオイ強度を測定した。また、同時に作製した同寸法の供試体中心部の深さ70mmの位置における供試体内部温湿度を記録した。

3. 実験結果および考察

図-1に、標準養生および冬期に屋外設置したときの圧縮強度発現状況を示す。図より、標準養生は屋外設置した場合より強度発現速度が早く、材齢28日では両者の差が標準養生の場合約22N/mm²、屋外設置の場合約15N/mm²となった。このような強度発現の違いは、材齢初期における冬期の低温環境がセメントの水和反応の遅延を生じさせたためであり、初期養生において温湿度を保つことの重要性を示している。

図-2および3に、材齢と屋外設置環境温度および供試体内部温湿度の関係を示す。図より、屋外設置環境温度は材齢14日以降、W/C=60%の場合10°C以上であったのに対して、W/C=40%の場合5°C以下となっていることがわかる。内部温湿度は標準養生の場合、変化は小さいのに対して、屋外設置した場合、内部温度は環境温度に伴って変化し、材齢28日においてW/C=60%が8.8°C、W/C=40%が0.9°Cまで低下し、内部湿度は材齢28日においてW/C=60%が93.8%、W/C=40%が90.3%まで低下した。これは、雨がかりがないためコンクリート内部から外側へ水分が蒸発したことによると考えられる。このように、設置環境の温湿度がコンクリート内の温湿度の変化とこれに伴う強度発現に大きく影響しており、コンクリート中の温湿度の変化を簡易に評価するためニオイセンサを用いたニオイ強度の測定を試みた。

図-4に、材齢と供試体内部のニオイ強度の関係を示す。図より、ニオイ強度は標準養生の場合、W/Cが小さい方が大きく、材齢の進行に伴い増加の後一定値に漸近する傾向を示した。屋外設置の場合、

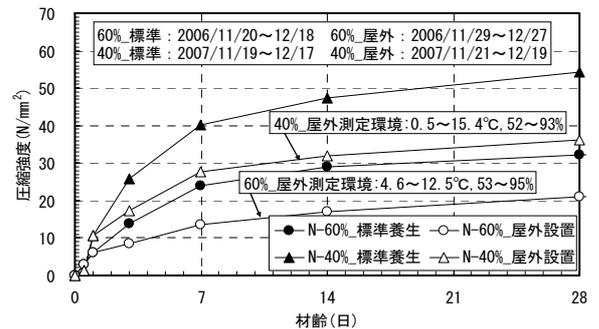


図-1 材齢と圧縮強度の関係

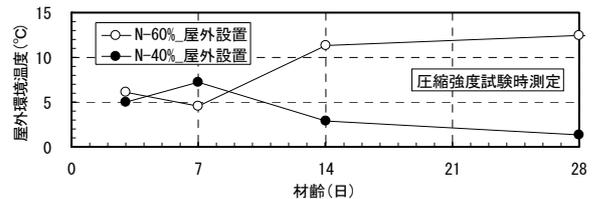


図-2 材齢と屋外環境温度の関係

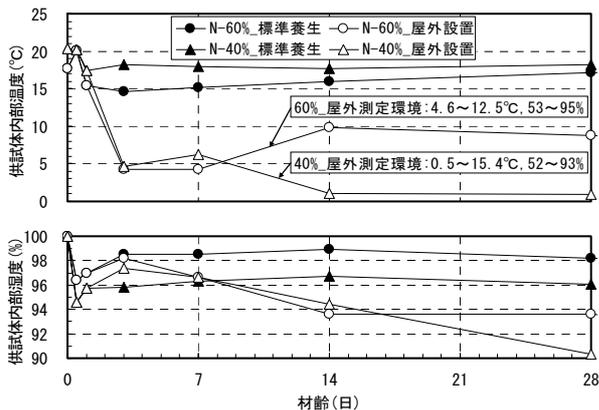


図-3 材齢と供試体内部温湿度の関係

減少傾向を示し一定値に漸近することがわかる。屋外設置の場合、W/C=60%の方が40%よりニオイ強度が大きくなったのは、図-3 で示したように、W/C=60%は40%より供試体内部温湿度が高いことからその影響を受けたことによると思われる。

図-5 に、材齢 1~14 日まで標準養生および屋外設置した供試体のニオイ強度と圧縮強度の関係を示す。図中の矢印は材齢の進行方向を示す。図より、W/C や設置環境ごとに、両者の間には直線関係が認められ、ニオイ強度は初期養生期間の材齢の進行に伴う強度発現をおよそ推定できる指標であることがわかる。これらの結果に基づき、標準養生と屋外設置におけるニオイ強度の差をニオイ強度差として、これを養生効果の指標とした。

図-6 に、屋外設置した W/C=60 および 40%の供試体の材齢とニオイ強度差の関係を示す。図より、両者の関係は材齢の進行とともにニオイ強度差が増加傾向を示す双曲線関数で近似でき、ある材齢での養生効果をおよそ推定可能であること、このとき W/C=60 および 40%の材齢 28 日のニオイ強度差は 143 および 256 となった。ニオイ強度差が小さいほど標準養生に近い養生効果が得られていることを示すことから、W/C が小さいコンクリートであっても、図-3 で示したように初期の温湿度が低い場合、養生効果が小さくなる傾向にあると考えられる。

図-7 に、W/C=60 および 40%の材齢 7 日でのニオイ強度差と材齢 28 日での圧縮強度の関係を示す。なお図中には、室内設置 (20±4°C, 60±20%の実験室内設置)における測定結果も示した。ニオイ強度差が 0 に対応する材齢 28 日での圧縮強度は標準養生における圧縮強度を示し、材齢 7 日までの養生効果からある設置環境における材齢 28 日の圧縮強度を推定した。図より、両者の間には直線関係が認められた。割増係数を 1.2 と仮定した場合、屋外設置における W/C=60 および 40%の材齢 28 日での目標強度が 26.8 および 45.3N/mm²となる。図-7 より目標強度に対応する材齢 7 日のニオイ強度差が 34.5 および 90.2 となる。図-6 より材齢 28 日での目標強度を満足するための屋外設置前の標準養生日数を求めた結果、W/C=60%で 4 日、W/C=40%で 6 日と算定され、W/C の小さいコンクリートであっても冬期の温湿度が低い場合には、養生期間を長くしなければならないとする結果が得られた。

4. 結論

- (1) 標準養生を行った場合、普通コンクリートの W/C が小さいとニオイ強度が大きくなる。
- (2) 材齢 14 日までのニオイ強度と圧縮強度の間には W/C や設置環境ごとに直線関係が認められ、ニオイ強度差は養生効果を示す指標となり得る。
- (3) W/C の小さいコンクリートであっても、冬期の温湿度が低い場合には、温湿度が高くて W/C の大きいコンクリートの場合より養生日数が多く必要である。

謝辞:本研究は、平成 18~19 年度日本学術振興会科学研究費補助金(若手研究(スタートアップ)), 課題番号 18860014)により行われた。ここに記して謝意を表します。

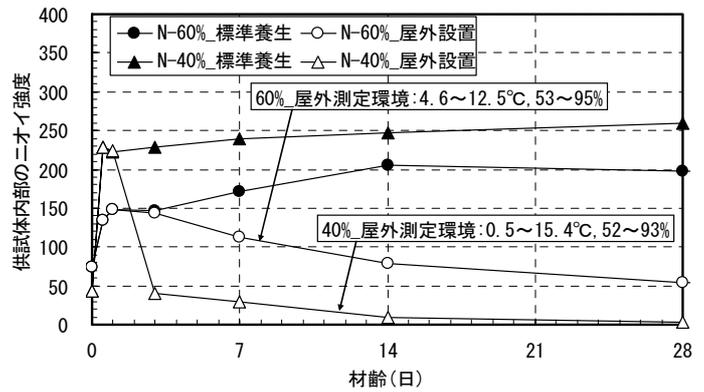


図-4 材齢と供試体内部のニオイ強度の関係

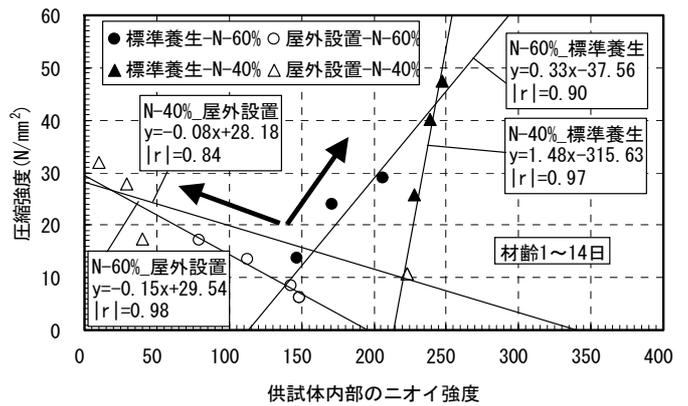


図-5 供試体内部のニオイ強度と圧縮強度の関係

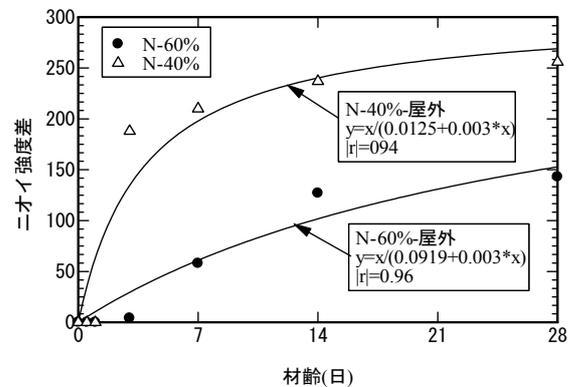


図-6 材齢とニオイ強度差の関係

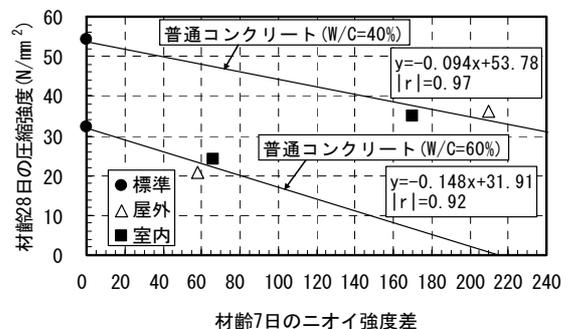


図-7 材齢 7 日のニオイ強度差と材齢 28 日の圧縮強度の関係