

膨張材を混和した高強度コンクリートの自己収縮特性

太平洋セメント（株）	正会員	谷村 充
同 上	正会員	市村 高央
同 上		兵頭 彦次
同 上	正会員	下山 善秀
同 上	正会員	石森 正樹

1. はじめに

高強度コンクリートは自己収縮が大きく¹⁾、その抑制がひび割れ制御の観点から重要であると指摘されている²⁾。著者らは、水セメント比 30%（設計基準強度：80N/mm²）の高強度コンクリートを対象に、材料の面から自己収縮の低減化を探究している³⁾。本研究では、石灰系膨張材の混和が自己収縮ひずみの低減に及ぼす効果を実験的に検討した。

2. 実験概要

(1) 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³，比表面積：3310cm²/g）、細骨材には静岡県小笠産の陸砂（表乾比重：2.60，吸水率：1.44%，粗粒率：2.64，実績率：67%）、粗骨材には茨城県岩瀬産の碎石（最大寸法：20mm，表乾比重：2.64，吸水率：0.82%，粗粒率：6.68，粒形判定実績率：60.9%）を使用した。膨張材は石灰系とし、通常品（記号 EX，密度：3.14g/cm³，比表面積：3400cm²/g）ならびに新規開発品（記号 NEX，密度：3.10g/cm³，比表面積：4500cm²/g）を使用した。また、混和剤にはポリカルボン酸系の高性能減水剤を使用した。

(2) コンクリートの配合

水/(セメント+膨張材)比は 30%とした。単位水量は 175kg/m³とし、単位粗骨材絶対容積を 0.315m³/m³の一定とした。膨張材はセメントに対して内割で置換し、EX の場合が単位膨張材量で 40kg/m³（記号 EX(40)）、NEX の場合は 10kg/m³（記号 NEX(10)）、20kg/m³（記号 NEX(20)）および 30kg/m³（記号 NEX(30)）とした。高性能減水剤の添加量はスランプフローが 60±5cm の範囲となるように調整し、空気量は 2%以下とした。コンクリートの練混ぜは水平 2 軸強制練りミキサを用い、20℃、相対湿度 80%の試験室内で行った。

(3) 試験方法

自己収縮ひずみを測定する供試体は、寸法を 100×100×400mm とし、1 配合に対して 2 本作製した。成形方法は日本コンクリート工学協会の「セメントペースト、モルタルおよびコンクリートの自己収縮および自己膨張試験方法(案)⁴⁾」（以下、JCI 案）に従って行った。脱型までは 20℃、相対湿度 80%、脱型後はその全面をアルミ箔粘着テープ（厚さ 0.05mm）でシールし、20℃、相対湿度 60%の恒温恒湿室で養生した。長さ変化の測定は JCI 案に従って行い、その原点は JIS A 6202 付属書 1 によった凝結の始発時間とした。脱型までの供試体中心部の温度を熱電対により測定し、コンクリートの熱膨張係数を $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ として温度ひずみを補正した。長さ変化の測定は、材齢 35 日の時点まで行い、供試体 2 本の平均値を自己収縮ひずみとした。また、材齢 1,7 および 28 日における圧縮強度（標準養生，供試体寸法：φ 100×200mm）を、JIS A 1108 に準拠して測定した。なお、封緘供試体の質量変化率は 0.01%以下であった。

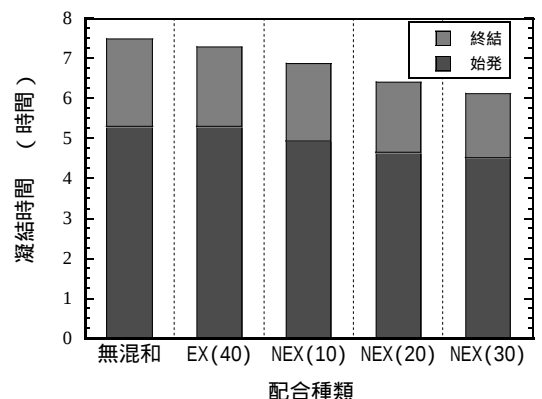


図 - 1 凝結特性

3. 結果および考察

(1) 凝結特性

図 - 1 に、配合種類と凝結時間の関係を示す。EX を混和した場合の凝結時間は、無混和の場合と同等である。NEX を混和した場合の凝結時間は、無混和の場合よりも若干早い。また、単位膨張材量の増加とともに若干早くなる傾向

キーワード：高強度コンクリート，自己収縮，膨張材，普通ポルトランドセメント

連絡先（千葉県佐倉市大作 2-4-2，電話：043-498-3847，FAX：043-498-3849）

にある。EX の比表面積はセメントのそれと同等であるが、NEX の場合は $1200\text{cm}^2/\text{g}$ 程度大きいことから、水和反応速度が速くなり、凝結時間が短くなったものと考えられる。

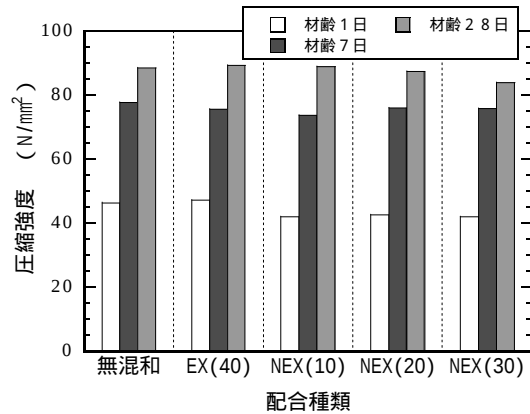


図 - 2 圧縮強度特性

(2) 圧縮強度特性

図 - 2 に、配合種類と圧縮強度の関係を示す。膨張材の違いや膨張材量に拘わらず材齢 1 日で 40N/mm^2 程度、材齢 28 日の時点で 80N/mm^2 程度と同等である。

(3) 自己収縮ひずみ特性

図 - 3 に、材齢と自己収縮ひずみの関係を示す。図 - 4 には、膨張材を混和したことによる自己収縮ひずみの低減率を、材齢との関係で示す。これらより、膨張材無混和の自己収縮ひずみは、材齢 35 日の時点で約 500×10^{-6} 、最も自己収縮ひずみの小さかった NEX (30) の場合が、同材齢で約 100×10^{-6} であり、低減率は約 80% となった。このように、本研究による膨張材を適用すれば、大幅な自己収縮ひずみの低減が可能であることが明らかとなった。

図 - 5 に、単位膨張材量と低減率との関係を示す。NEX を用いた場合の低減率は材齢に拘わらず同程度となっており、また、単位膨張材量と比例関係にある。本研究の範囲内では、単位膨張材量 10kg/m^3 の増加に対して、低減率は大略 15% 増す結果である。EX で単位膨張材量を 40kg/m^3 とした場合（低減率：60%程度）と比較すると、NEX の使用によって単位膨張材量を 25kg/m^3 程度とすることができる。すなわち、NEX の場合には、EX の場合よりも少ない膨張材量で、所要の自己収縮の低減化が可能であるといえる。

4. まとめ

本研究の範囲において、(1) 膨張材の混和は自己収縮ひずみの低減に効果的であること、(2) 新規に開発した石灰系膨張材によれば膨張材量を少なくできること、などが明らかとなった。今後は、乾燥の影響などを明らかとするとともに、拘束条件下での収縮応力、ひび割れ抵抗性などの観点からも検討を行う予定である。最後に、長さ変化の測定を継続していることを付記する。

【参考文献】

- 1) 田澤榮一，宮澤伸吾，佐藤 剛，小西謙二郎：コンクリートの自己収縮，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14，No.1，pp.561-566，1992
- 2) 早川智浩，許 明，佐藤良一，今本啓一：高強度コンクリートラーメンの自己収縮応力 2 次元 FEM 解析，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.20，No.2，pp.1027-1032，1998
- 3) 谷村 充，兵頭彦次，佐藤達三，佐藤良一：高強度コンクリートの収縮低減化に関する一検討，コンクリート工学年次論文報告集，2000（投稿済）
- 4) 日本コンクリート工学協会：自己収縮研究委員会報告書，pp.195-198，1996

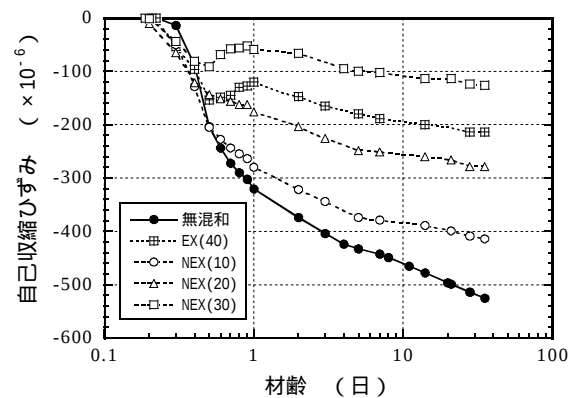


図 - 3 自己収縮ひずみの経時変化

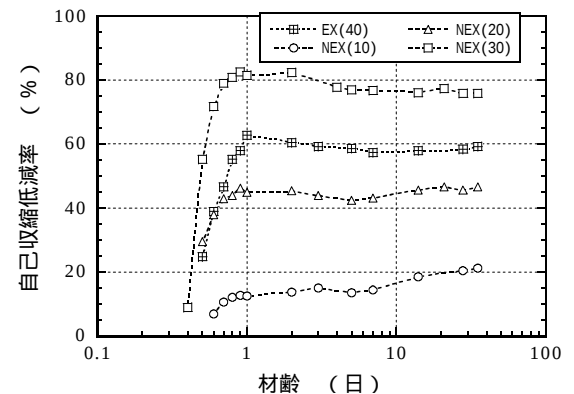


図 - 4 自己収縮低減率の経時変化

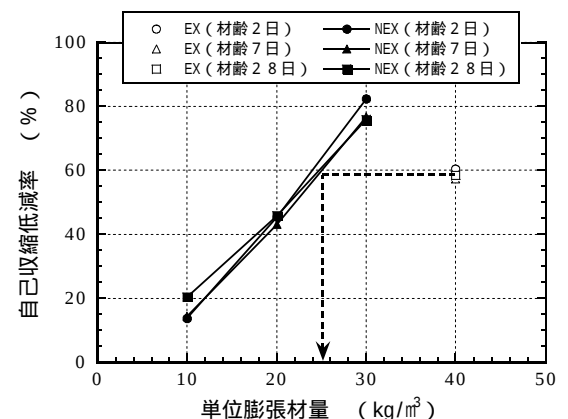


図 - 5 膨張材量と自己収縮低減率の関係