

セメントペーストの自己収縮に及ぼす使用材料の影響

広島大学 正会員 田澤 栄一 広島大学 学生員 佐藤 剛

広島大学 正会員 宮澤 伸吾 広島大学 学生員 〇小泉 恵介

1. まえがき

水和の進行にともなう、セメントペーストの絶対体積が減少することは古くから認められており、この絶対体積の減少により生じるコンクリートのマクロな体積減少は乾燥収縮と区別して Autogenous Shrinkage (自己収縮) と呼ばれている。これまで、コンクリートの自己収縮は100μ程度と考えられており¹⁾、設計やひび割れの解析において考慮されていなかった。しかし水セメント比が小さいセメントペーストに極めて大きな自己収縮が生じることが明らかになった²⁾。そこで、本報告では、セメントペーストの自己収縮に及ぼす使用材料の影響について検討することを目的とする。また、自己収縮の材料面からの低減方法についての検討も行った。

2. 実験概要

自己収縮ひずみの測定には4×4×16cmの供試体を用いた。配合は(セメントの種類)(水結合材比%)-(混和材混入率%)-(混和剤混入率%)のように略記する。ただし、高性能減水剤、高性能AE減水剤はすべて練り混ぜ水に置換して添加し、添加率はセメントに対する固形分重量比で表した。さらに、膨張材の混入率はセメントに対する内割で示した。供試体は材令1日で脱型し、その後アルミ箔粘着テープで全面シールして20±1℃で封緘養生を行った。

3. 実験結果及び考察

図-1、2にセメントペーストの自己収縮に及ぼすセメントの種類の影響を水セメント比30%の場合について示した。そして、封緘養生56日におけるセメント別の自己収縮ひずみを図-3に示した。いずれのセメントを用いた場合も水和反応にともない大きな自己収縮を生じることが明かである。これらの図から分かるように、中庸熱セメントのようにC₃A量が少なく反応速度の遅いセメントの場合、自己収縮ひずみが小さくなっている。また、高炉セメントB種は、他のセメントと比較して自己収縮が大きくなっている。これは高炉スラグのボゾラン反応により間隙の組織が緻密になるためと考えられる。ポルトランドセメントの水和反応式から算出した絶対体積減少率と自己収縮ひずみの測定値との関係を図-4に示した。ただし、ここでは体積減少率は練り上がり直後、自己収縮ひずみは材令1日を原点としている。この図から絶対体積減少にともなう自己収縮ひずみの増加速度はセメントの種類によって異なり、早強セメントのひずみは中庸熱セメントの約2倍となっている。

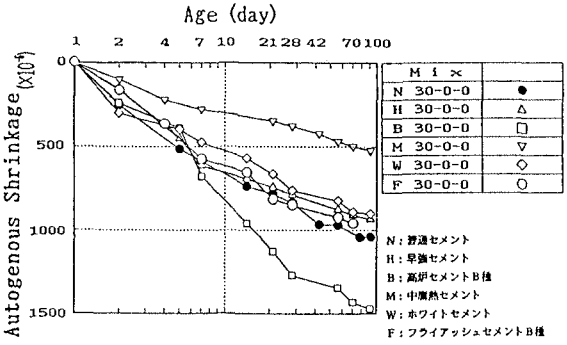


図-1 各種セメントの影響

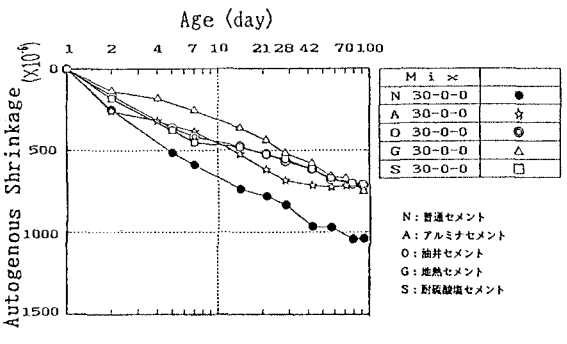


図-2 各種セメントの影響

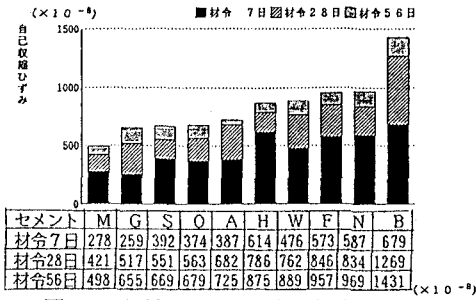


図-3 各種セメント別自己収縮ひずみ

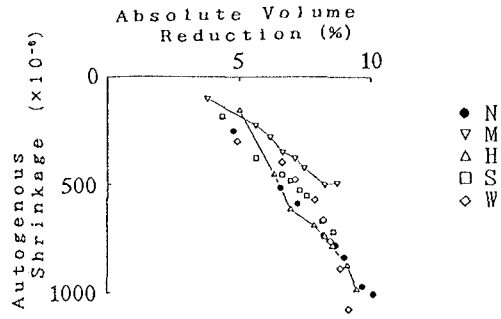


図-4 自己収縮ひずみと絶対体積減少率の関係

図-5は高性能減水剤（SP1）、高性能AE減水剤（SP2～5）の影響を示したものである。いずれの場合も自己収縮ひずみは無混入の場合と同等、もしくは若干小さくなった。

従来より、コンクリートの乾燥収縮を低減するために、各種の乾燥収縮低減剤や膨張材が開発されている。

図-6は乾燥収縮低減剤（D1, 2）と膨張材（E1～4）の影響を示したもので、どの場合も乾燥収縮に対する効果と同様に、自己収縮を低減する効果が認められた。図-7は乾燥収縮低減剤（D1）を用いたことにより水の表面張力が減少したことを示す。そこで表面張力により間隙水に生じる負圧は次式で表せるため、

$$\Delta P = 4\sigma \cos \alpha / d \quad \sigma: \text{水の表面張力}, \alpha: \text{接触角}, d: \text{毛細管直径}$$

水の表面張力（ σ ）が小さくなれば、同一半径において発生する負圧が減少する。この事よりD1の混入により自己収縮ひずみが減少したのは細孔中にある間隙水の表面張力が低下したためと考えられる。

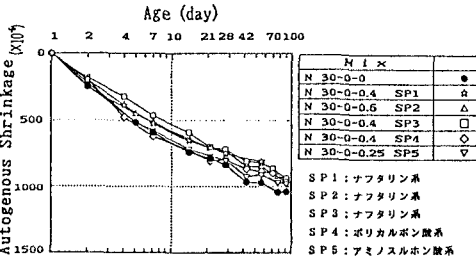


図-5 高性能減水剤・高性能AE減水剤の影響

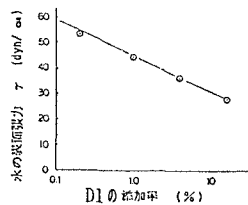


図-7 D1の添加率と表面張力の関係

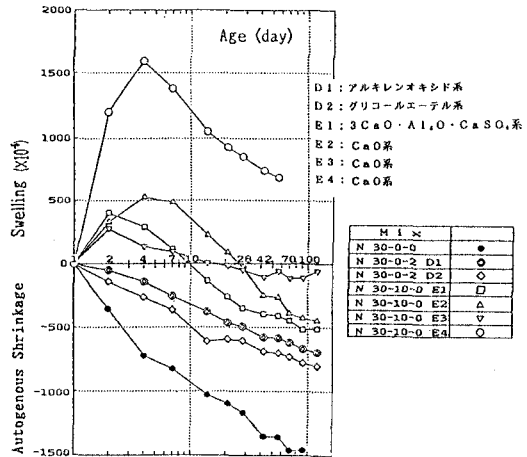


図-6 乾燥収縮低減剤と膨張材の影響

4. まとめ

(1) セメントペーストの自己収縮ひずみは普通セメントと比べ、中庸熱セメントを用いた場合小さくなり、高炉セメントB種を用いた場合大きくなった。

(2) 乾燥収縮低減剤や膨張材の混入により、セメントペーストの自己収縮は低減された。

【参考文献】

- 1) Davis, H. E.: Autogenous Volume Change of Concrete, Proc. ASTM, 40, pp. 1103-1110, 1940
- 2) 田澤栄一他: 水和反応による硬化セメントペーストのマクロな体積減少, セメント・コンクリート論文集, pp122-127, 1991