

セメント中のアルカリ硫酸塩がコンクリートの諸性状に及ぼす影響 (II)

——硬化したコンクリートの圧縮強度および弾性係数に及ぼす影響——

The Effects of Alkali Sulfate in Cement on the Properties of Concrete (II)

——Compressive Strength and Young's Modulus——

小 林 一 輔*・小 倉 盛 衛**・星 野 富 夫*

Kazusuke KOBAYASHI, Morie OGURA and Tomio HOSHINO

1. は し が き

本研究は、アルカリ硫酸塩を多く含むセメントを用いたコンクリートの諸性状について検討したものである。前報で報告したフレッシュコンクリートの諸性状に引き続き、コンクリートの圧縮強度および弾性係数に及ぼす影響について報告する。

実験に用いたコンクリートの各材料および配合は前報¹⁾と同様である。

2. 実験結果と考察

セメント中の高いレベルのアルカリ硫酸塩がモルタルの圧縮強度に及ぼす影響については硫酸カリウムを用いたシミュレーション実験を行い材令 28 日以降の圧縮強度を低下させることを示した²⁾。

図-1 は水セメント比の異なる 3 種のコンクリートについて、材令 1 ヶ年に至る各材令における硫酸カリウム添加の影響を示したものであって、水セメント比が小さくなるほど、強度低下の傾向が顕著であり、硫酸カリウムの添加率が 5% の場合の強度低下率は、水セメント比が 40% の場合、約 30% に達している。

以上のような強度低下の原因を究明するため、材令 13 週を経過したコンクリートについて、そのセメント硬化体部分の粉末 X 線回折試験を行った。図-2 はその結果を示したもので、 K_2SO_4 の添加率が增大するほど ettringite に対する強い回折強度が観察され、アルカリの増加によるいわゆる硫酸塩膨張がコンクリートの強度低下の一要因となっていることが認められる。ここでさらに注目を要するのは、 $Ca(OH)_2$ に対する異常に高い回折強度である。

Jawed および Skalny³⁾らによれば、正常なセメントを用いた場合は練り混ぜ水が Ca^{+} イオンに対して速やかに過飽和の状態に達するが、アルカリが存在する場合は

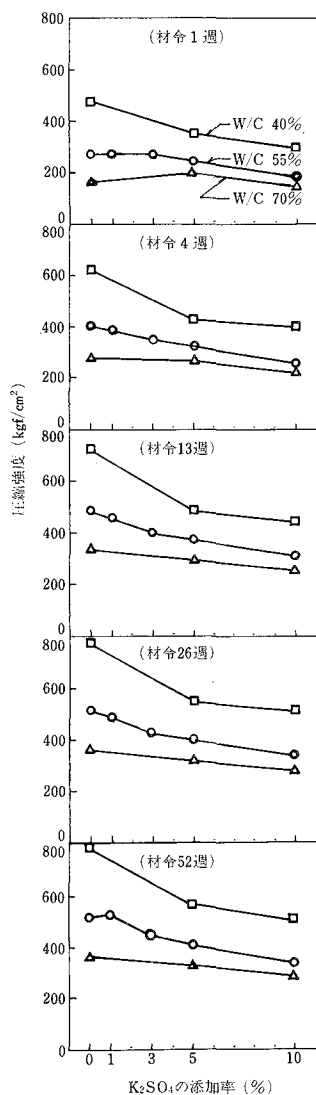


図-1 K_2SO_4 の添加が強度に及ぼす影響

*東京大学生産技術研究所 第5部

**関東学院大学 工学部

研 究 速 報
 Ca(OH)₂の溶解度を低下させて水和生成物の結晶核の形成や結晶化の割合を変化させ、このためセメントの凝結や硬化過程に影響を与えている。図-2に示されたCa(OH)₂の高い回折強度は以上の説明を裏付けている。

図-3はK₂SO₄を添加したセメントを用いたコンクリートの強度発現傾向を示したものである。これによれば、K₂SO₄の添加の影響は材令4週以降での著しい強度低下となって現れている。

これらのコンクリートの静弾性係数とK₂SO₄の添加率との関係を示したものが図-4である。これによれば、弾性係数はK₂SO₄の添加率の増大とともに減少しており、この傾向は水セメント比が小さくなるほど著しい。弾性係数/圧縮強度の比を圧縮強度との関係で示した図-5によれば、K₂SO₄を添加した場合のコンクリートの弾性係数比はこれを添加しない場合の値と同等であり、弾性係数の低下が強度低下とほぼ見合ったものとなっている。このことは骨材の反応が関与していないことを裏付けている。

硫酸カリウム (K₂SO₄)、硫酸ナトリウム (Na₂SO₄)

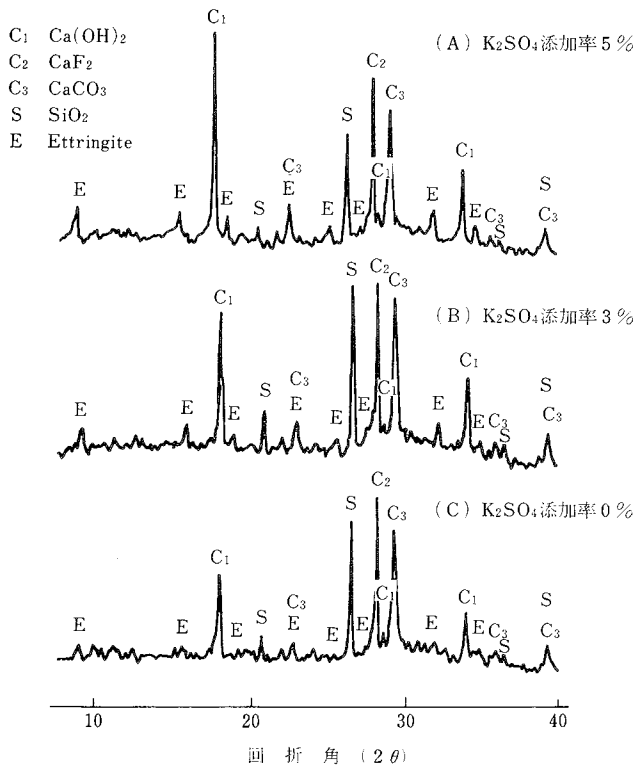


図-2 コンクリートのセメント硬化体部分のX線回折図

およびこれらの硫酸塩を重量比で3:2の比率で混合した3種のアルカリ硫酸塩をセメント重量の5%添加した場合について、アルカリの種類がコンクリートの強度発現性に及ぼす影響を示したものが図-6である。添加したアルカリの量は硫酸塩でいずれも5%であるが、これらのアルカリ量をNa₂O当量に換算すると添加率は1.78%から2.18%の範囲にありかなり大きな差がある。しかし、これら3種のアルカリを硫酸塩として等量を添加した場合の影響がほぼ同水準であることから考えて、アルカリの種類による強度に対する影響の差はほとんどないものと思われる。また、これらの事実はセメント中のアルカリ硫酸塩の量がコンクリートの強度と深く関係し

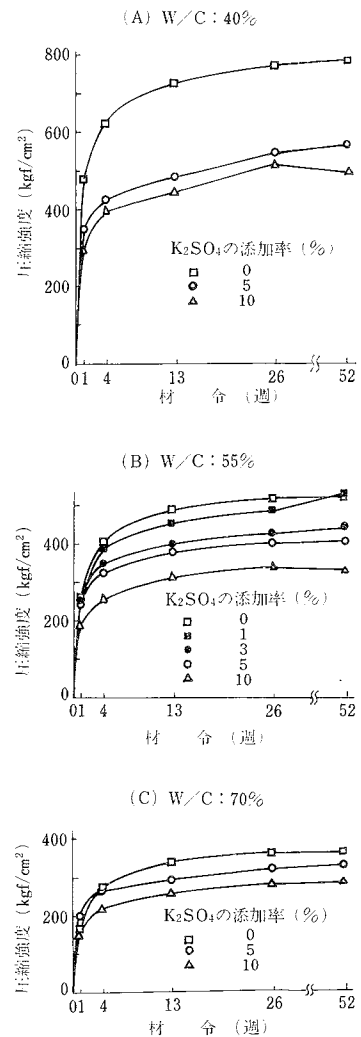


図-3 K₂SO₄を添加したセメントを用いたコンクリートの材令と強度との関係

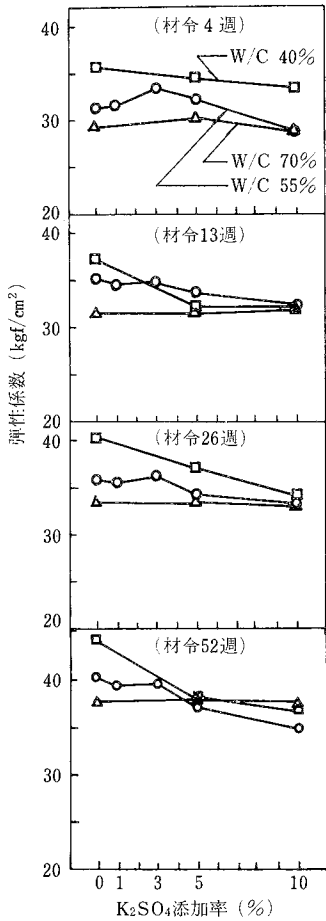


図-4 K₂SO₄の添加率と弾性係数との関係

ていることを示唆している。

3. ま と め

アルカリ分の多いセメントを使用した場合、コンクリートの材令28日強度およびそれ以降の長期強度は著しく低下する。この傾向は水セメント比が小さくなるほど著しい。

K₂SO₄の添加による材令28日以降の強度低下は

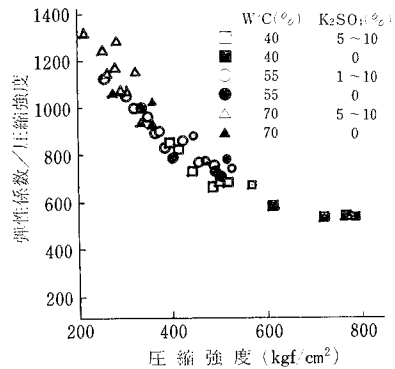


図-5 K₂SO₄を添加したセメントを用いたコンクリートの弾性係数 (材令4週~52週)

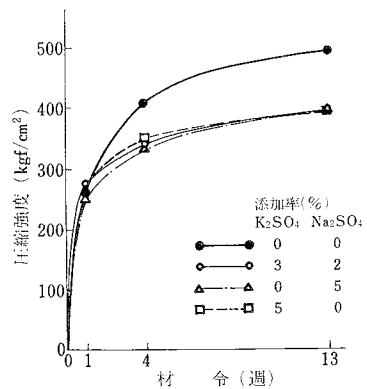


図-6 セメント中のアルカリ硫酸塩の種類とコンクリートの強度の発現性との関係

ettringiteの生成に基づく、いわゆる硫酸塩膨張によるものと考えられる。(1986年7月4日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林, 小倉, 星野: 生産研究, Vol. 38, No.5 (1986.5)
- 2) 小林, 小倉, 星野: 生産研究, Vol. 38, No.3 (1986.3)
- 3) Jawed, J and Skalny, J., Cement & Concrete Res. Vol. 8, No.1 (1987)