

(V - 2) 塩類を含む水で練り混ぜたモルタルの凝結と強度

足利工業大学工学部 正会員 ○松村 仁夫
足利工業大学工学部 正会員 黒井登起雄

1. まえがき

コンクリート用練混ぜ水は、水環境の悪化とともに、多種多様の成分が含有し、その品質の適否判定が難しくなっているのが現状である。コンクリート標準示方書の〈施工編〉では、『水は油、酸、塩類、有機不純物、懸濁物等、コンクリートおよび鋼材の品質に悪影響を及ぼす物質の有害量を含んではならない』と規定し、練混ぜ水の品質に疑いのある場合には、〈規準編〉に規定する『モルタルの圧縮強度によるコンクリート用練混ぜ水の試験方法』とともに水道法（抄）および水質規準に関する省令によって、その使用の適否を判断することになっている。しかし、水質の具体的項目および数値が示されていないと同時に、強度試験の判定基準となる数値も示されていないなどの問題点がある。JIS A 5308附属書9では、水の品質基準として表1を規定している。著者らは数年来、練混ぜ水の品質を合理的に調べ、かつ適切な適否判定の基準を見付け出す資料を得る目的で研究を進めてきた^{1) 2)}。なお、練混ぜ水の水質に関する我が国における研究は非常に少なく、仕入、児玉^{3) 4)}らの研究がほぼ唯一と云って過言ではない。そこで、本研究では、過去の実験研究におけるセメントの凝結および圧縮強度に着目し、それらの相関関係、とくに凝結と初期材齢における圧縮強度との関係を考察することを目的とした。

表1 JIS A 5308に規定する水の品質

項目	上水道水以外の水	回収水
	品 質	
懸濁物質の量	2 g / l 以下	----
溶解性蒸発残留物の量	1 g / l 以下	----
塩化物イオン(Cl ⁻)量	200ppm以下	同左
セメントの凝結時間の差	始発は30分以内 凝結は60分以内	同左
モルタルの圧縮強さの比	材齢7日及び28日 で90%以上	同左

2. 過去の実験研究の概要

2.1 著者らの実験研究の概要^{1) 2)} 本研究は、各種塩類の濃度を変えた試験水を用いた初期材齢から長期材齢までの圧縮強度の変化、更にセメントおよびモルタルの凝結時間と初期材齢における圧縮強度との関係で検討している。塩類は、塩化ナトリウム、塩化カルシウムなど8種類であり、水道水を基準水とし、試験水の濃度は0.02、0.20、0.60%にしている。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、細骨材は鬼怒川産の川砂を用いている。配合は、W/C=0.50、フロー=190±5mmのモルタルとしている。練混ぜは、C=400g、W=800gを1バッチとし、同一水準において5バッチにしている。圧縮強度試験用供試体は、φ5×10cmの円柱形とし、各水準の各バッチから4個、合計16個作成している。養生は水中養生(20±3℃)とし、材齢は、1、7、28日および1年の4材齢である。圧縮強度は、JIS A 1118に従って試験を行い、各水準4個の平均を求めている。セメントの凝結試験はJIS R 5201、またモルタルの場合はJIS A 6204の貫入試験に従って行っている。結果から、強度の濃度および材齢による変化、凝結の濃度による変化を考察している。

2.2 仕入・児玉らの実験研究の概要^{3) 4)} 本研究は、実在の水に含まれる不純物について、それらがモルタル・コンクリートの凝結、強度、乾燥収縮などに及ぼす影響を実験的に調べ、それを基にして水の品質判定の規準化について考察している。不純物は、珪弗化ナトリウム、塩化ナトリウム等の19種類を単独で、さらに2あるいは3種類を混合して蒸留水に溶解して調整している。不純物溶解液の濃度は、100、1000、10000 ppm にしている。これら人工的な水の他に実在の海水、下水処理水、河川水なども使用している。基準水は蒸留水にしている。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材は豊浦標準と、一部に大井川産の川砂を用いている。配合は、W/C=0.60、C:S=1:2.8のモルタルとしている。強度試験用供試体は、JIS R 5201に準じて4×4×16cmの角柱形供試体を2個作成している。材齢は、1、3、7、28、91日、6ヶ月および1年の7材齢である。曲げおよび圧縮強度は、JIS R 5201に従って試験を行い、2個および4個の平均を求めている。また、セメントの凝結試験はJIS R 5201（異常凝結はJASS 5 20.4a）、またモルタルの場合はASTM C 403の貫入抵抗試験に準じて行っている。結果から、各不純物溶解液を用いたときの異常凝

結の有無、凝結時間の差、曲げおよび圧縮強度の濃度および材齢による変化などを考察し、練混ぜ水の品質の適否判断の提案を行っている。

3. 凝結時間と圧縮強度の関係

3.1 セメントの凝結時間と圧縮強度との関係

モルタルの材齢 1 日における圧縮強度比（基準水のときの強度を100 として表した値）とセメントの凝結時間の差との関係の一例を図 1²⁾に示す。図 1 より、モルタルの初期材齢における圧縮強度比は、70～150 % の範囲に広く分布している。すなわち、塩化ナトリウム、塩化カルシウムなどの水和促進性の物質を含む水、硝酸ナトリウム、硝酸カルシウムなどの遅延性の物質を含む水およびその中間のものによって強度比は広範囲に分布する。強度分布の範囲は材齢の進行とともに狭まり、7、28 日と材齢が長くなるにしたがって原点（強度比100）に近づく傾向がある。これに対して、セメントの凝結時間の差は、塩類の種類および濃度に関係なく、始発で±30分以内、終結で±60分以内と非常に狭い範囲に分布している。これは、セメントの凝結試験がペーストの軟度の測定に主眼を置いているため、水和の程度を必ずしも反映しないことによるものと考えられる。なお、仕入・児玉らの実験結果^{3) 4)}の場合も10000ppmの高濃度の場合を除いて、同様の傾向が認められる。

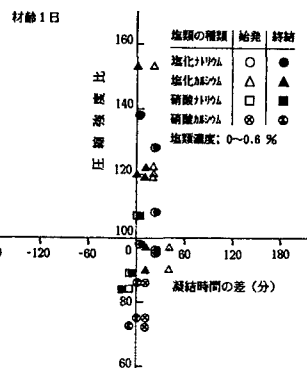


図 1 圧縮強度と凝結との関係

3.2 モルタルの凝結時間と圧縮強度との関係

間の差との関係の一例を示す。図より、モルタルの凝結時間の差は、塩類の種類および濃度によって、始発で±30分以上、終結で±60分以上に広範囲に分布し、初期材齢における圧縮強度比とほぼ対応する傾向が認められる。とくに、高濃度の塩類（0.6 % 以上）を含む水で練り混ぜたモルタルは、多くが終結において

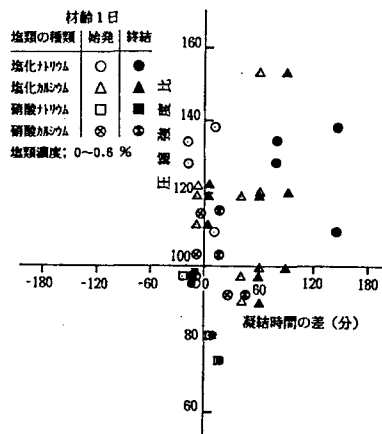


図 2 圧縮強度と凝結との関係

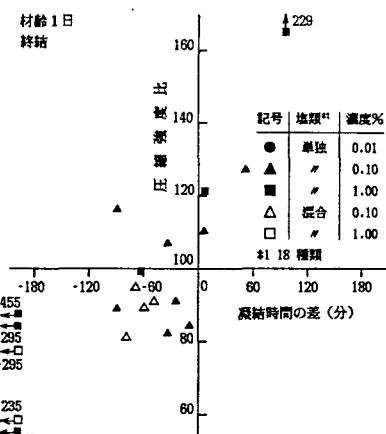


図 3 圧縮強度と凝結との関係

±60分以上の範囲に分布している。これは、モルタルの凝結試験が貫入抵抗、すなわち支圧強度を測定するため、水和の程度が比較的反映されると考えられる。したがって、初期材齢の圧縮強度とともに、モルタルの貫入試験による凝結時間の差は、練混ぜ水に含まれる塩類の促進性物質、遅延性物質およびその中間の物質の判別に有効的と考えられる。しかし、材齢 1 日の圧縮強度試験およびモルタルの凝結試験は、試験自体に難しい点があり、練混ぜ水の適否判定の品質項目に両特性を同時に加えるには十分な配慮が必要である。

4. まとめ

以上より、各種水質の練混ぜ水の適否を判定するには、セメントの凝結は有効な項目にならない。寧ろ、モルタルの凝結、または材齢 1 日の圧縮強度が有効であることが明らかになった。

〔参考文献〕

- 1) 松村、黒井：各種塩類を含む水で練混ぜたモルタルの強度性状、第20回関東支部技術研究発表会概要集、1993
- 2) 松村、黒井：塩類を含む水を用いたモルタルの凝結・強度特性、第21回関東支部技術研究発表会概要集、1994
- 3) 仕入、児玉：コンクリート練り混ぜ水の水質の規準化に関する実験的研究—その1・水中の不純物が凝結・強度・収縮に及ぼす影響—、日本建築学会論文報告集、No.162、1969.6
- 4) 仕入：コンクリートの性質におよぼす練り混ぜ水の水質の影響、セメント・コンクリート、No.310、1972