

足利工業大学工学部 正会員 黒井登起雄

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 藤島 博英

1. まえがき

近年、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。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、さらに練混ぜ水の品質に疑いのある場合には、水質試験を行って有害物の含有量を調べ、その使用の適否を判断することも解説している。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が示されていないなどの問題点も指摘されている。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・モルタルの凝結とモルタルの圧縮強度に着目し、凝結と初期材齢における圧縮強度との関係について考察し、効果的な水の品質判定の基準を提案する。

表1 JIS A 5308に規定する水の品質

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。

(1)塩類は、塩化ナトリウム、塩化カルシウムなど8種類で、基準水は水道水、試験水の濃度は0.02、0.20、0.60%である。(2)セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は鬼怒川産の川砂を用いた。配合は、 $W/C=0.50$ 、フロー= $190 \pm 5\text{mm}$ のモルタルである。(3)練混ぜは、 $C=400\text{g}$ 、 $W=800\text{g}$ を1バッチとし、同一水準において5バッチである。(4)圧縮強度試験用供試体は、 $\phi 5 \times 10\text{cm}$ の円柱形で、各水準の各バッチから4個、合計16個作成した。養生は水中養生($20 \pm 3^\circ\text{C}$)とし、材齢は、1、7、28日および1年の4材齢である。(5)試験は圧縮強度(JIS A 1118)、セメントの凝結試験(JIS R 5201)およびモルタルの凝結(JIS A 6204の貫入試験)を行った。

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(異常凝結の有無、凝結時間の差)、強度(濃度および材齢による変化)、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の適否判定の提案を行っている。

(1)不純物は、珪弗化ナトリウム、塩化ナトリウム等の19種類を単独および2あるいは3種類を混合して蒸留水に溶解した。不純物溶解液の濃度は、100、1000、10000 ppm である。また、他に実在の海水、下水処理水、河川水なども使用し、基準水は蒸留水である。(2)セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は豊浦標準砂と、一部に大井川産の川砂である。配合は、 $W/C=0.60$ 、 $C:S=1:2.8$ のモルタルである。(3)強度試験用供試体は、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ の角柱形で、各バッチから2個作成した。材齢は、1、3、7、28、91日、6ヶ月および1年である。(4)試験は曲げおよび圧縮強度(JIS R 5201)、セメントの凝結試験(JIS R 5201<異常凝結はJASS 5 20.4a>)およびモルタルの凝結(ASTM C 403の貫入抵抗試験)を行った。

3. モルタルの圧縮強度と材齢との関係^{3) 4)}

pH 5.8 ~8.6の塩類を含む水の場合のモルタルの圧縮強度と材齢との関係の一例を図1に示す。図より、

材齢1日の圧縮強度比は促進性塩類の場合、高濃度で110~240%、遅延性塩類の場合、高濃度で65~80%、低濃度でも80~100%と広く分布している。しかし、強度比の範囲は材齢の進行とともに狭まり、7~365日と材齢が長期になると90~110%と、基準水の強度(強度比100)に近づく傾向がある。従って、pH値5.8~8.6の範囲であれば、強度比は塩類の種類および濃度に関係なく、材齢7、28日および長期材齢においても90%以下に低下しないと考えられる。

4. 凝結時間と圧縮強度の関係

4.1 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とセメントの凝結時間の差との関係の一例を図2²⁾に示す。図より、1日圧縮強度比は、図1のように広く分布するが、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以下の濃度では、同様の傾向が認められる。

4.2 モルタルの凝結時間と圧縮強度との関係 図3²⁾および図4^{3) 4)}は、圧縮強度比とモルタルの凝結時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分以上に広く分布し、1日圧縮強度比とほぼ対応する傾向が認められる。とくに、濃度1000ppmの塩類を含む水で練り混ぜたモルタルの場合に顕著である。これは、モルタルの凝結試験が貫入抵抗試験を測定するため、水和の程度が反映されと考えられる。従って、材齢の1日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と考えられる。

5. 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。また、材齢1日の圧縮強度比の判定は90%以上が適当と考えられる。

〔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

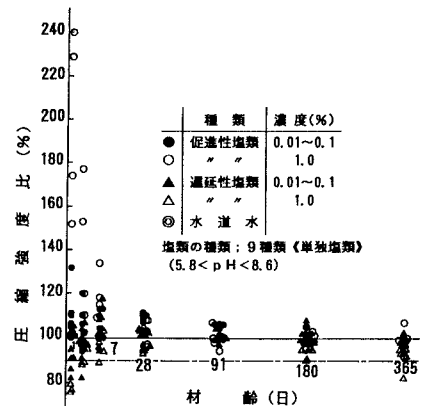


図1 圧縮強度と材齢との関係

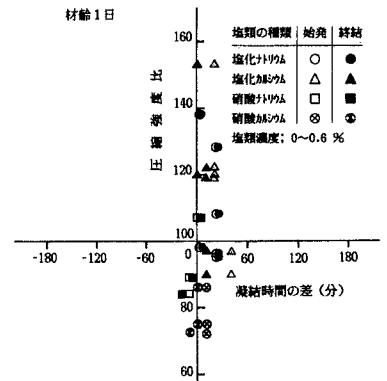


図2 圧縮強度と凝結との関係

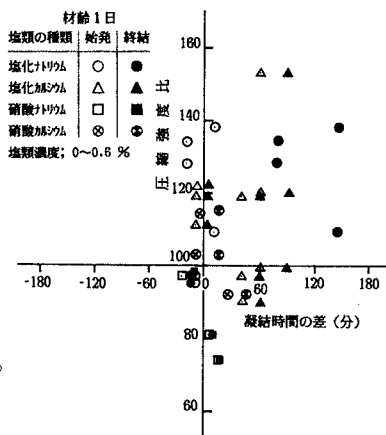


図3 圧縮強度と凝結との関係²⁾

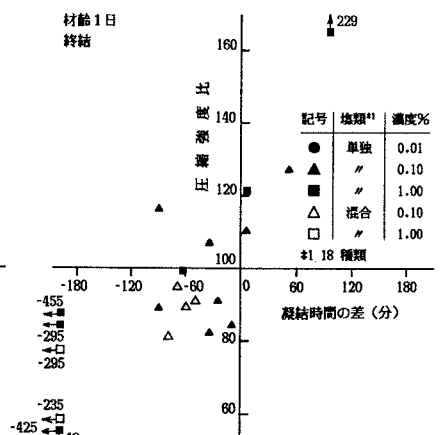


図4 圧縮強度と凝結との関係^{3) 4)}