

磁気作用を受けたセメント系材料の諸性質

広島大学 正会員 田澤榮一
 広島大学 正会員 米倉亜州夫
 広島大学 学生会員 ○石田雅彦
 和歌山県 坂口武弘

1. はじめに

近年、磁場中に水または水溶液を流して得られる磁気処理水の研究が盛んに行われ、水を磁気処理することで（以下磁化水と称す）懸濁質の凝集促進、表面張力、吸着速度、溶解速度の増大等が報告されている。また、セメント・コンクリートの分野において、練り混ぜ水に磁化水を用いることや、練り混ぜ中あるいは練り混ぜ後に磁気処理することによって、コンシステンシーの向上による単位水量の低減、あるいは同一単位水量および若材令における強度増加、水密性・耐凍害性の向上などの効果が得られるという報告がされている。¹⁾しかしこれらの効果は再現性について疑わしく、さらにそのメカニズムについてもいまだ説明されていない。そこで本研究では凝結過程で磁気の影響を受けたセメントペーストの性質、練り混ぜ水に磁化水を用いたセメント系材料の諸性質（流動性・ブリージング・強度特性・耐凍害性等）また、磁化水自身の物理的諸性質について実験的に検討した。

2. 実験概要

図-1に示す磁場中に水道水と蒸留水を共に1回と4回通して磁気処理したものについて（以下磁化1回、磁化4回と称す）表面張力、電気抵抗、蒸発率の測定を行った。次に、磁化1回・4回・水道水をそれぞれ練り混ぜ水に用いたセメントペーストについて管式粘度計による流動性試験、ブリージング試験、 ζ 電位の測定を行った。また、水道水を用いたセメントペーストについて練り上がり直後、図-2に示すコイルによる磁場中に静置しブリージング試験を行った。²⁾次に、磁化水と水道水を練り混ぜ水に用いたモルタルについて材令3・7・28日の圧縮強度試験と曲げ強度試験を行い、さらに磁化1回・4回・水道水を練り混ぜ水に用いたW/C=30・45・65%のコンクリート（W/C=30%はSi/C=10%）について、材令28日の圧縮強度試験、引張強度試験、凍結融解試験（割れ4±0.5%）を行った。ただし磁化水を用いたすべての試験は磁化水製造15分後に練り混ぜを行った。

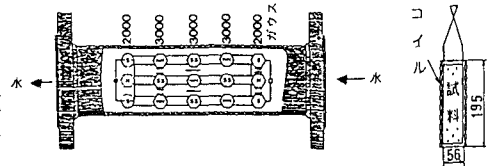


図-1 磁化水製造機の仕組み 図-2 試料に磁場かける方法

図-1に示す磁場中に水道水と蒸留水を共に1回と4回通して磁気処理したものについて（以下磁化1回、磁化4回と称す）表面張力、電気抵抗、蒸発率の測定を行った。次に、磁化1回・4回・水道水をそれぞれ練り混ぜ水に用いたセメントペーストについて管式粘度計による流動性試験、ブリージング試験、 ζ 電位の測定を行った。また、水道水を用いたセメントペーストについて練り上がり直後、図-2に示すコイルによる磁場中に静置しブリージング試験を行った。²⁾次に、磁化水と水道水を練り混ぜ水に用いたモルタルについて材令3・7・28日の圧縮強度試験と曲げ強度試験を行い、さらに磁化1回・4回・水道水を練り混ぜ水に用いたW/C=30・45・65%のコンクリート（W/C=30%はSi/C=10%）について、材令28日の圧縮強度試験、引張強度試験、凍結融解試験（割れ4±0.5%）を行った。ただし磁化水を用いたすべての試験は磁化水製造15分後に練り混ぜを行った。

3. 実験結果と考察

(1) 磁化水の物理的性質 図-3は磁化水と水道水の電圧と比抵抗の関係である。これによると低電圧において磁化水の電気抵抗は水道水よりも小さくなる傾向が認められるが高電圧になるとその差はなくなる。また、表面張力、蒸発率については水道水と磁化水の間に差は認められなかった。

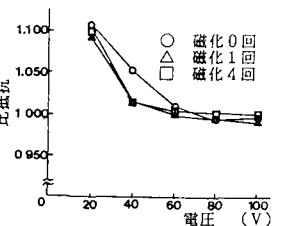


図-3 磁化水の電気抵抗度

(2) 磁化水を用いたフレッシュセメントペーストの特性

図-4・5はそれぞれ練り混ぜ水に磁化水（磁化1回・4回）を用いたセメントペーストの塑性粘度と降伏値の経時変化を示している。塑性粘度と降伏値ともに磁化水を用いたもののほうが小さく、初期においてこの傾向が顕著である。また塑性粘度について水道水を用いたものは同じ割合でその値が増加して

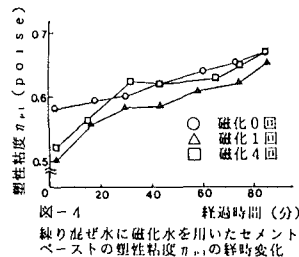


図-4 練り混ぜ水に磁化水を用いたセメントペーストの塑性粘度 η_{pl} の経時変化

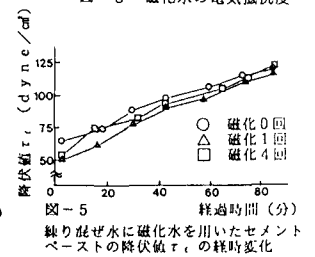


図-5 練り混ぜ水に磁化水を用いたセメントペーストの降伏値 τ_0 の経時変化

いるが、磁化水を用いたものは練り混ぜ後30～60分でその増加が一時的に停止している。図-6は磁化水を用いたセメントペーストの ζ 電位の経時変化である。磁化1回のもは練り混ぜ後30分で一時的に絶対値が上昇し、磁化4回のもは30～60分で極大値を持つ曲線の傾向が見られた。また、磁化水を用いたものは普通の水道水を用いたものよりも絶対値が大きくなった。この ζ 電位の一時的な上昇によりセメント粒子の分散が向上し、塑性粘度と降伏値の増大が上記のように一時停滞する傾向を示したものと思われる。図-7は磁化水を用いたセメントペーストのブリージング率であり、磁化水を用いたもののほうが若干大きくなった。

(3) 磁場がセメントペーストのブリージングに及ぼす影響

図-8は練り混ぜ直後図-2に示す磁場中に静置したときのブリージング率であり、磁場の強さや方向にかかわらず磁場中に静置するとブリージング率は大きくなった。

(4) 磁化水を用いたモルタルとコンクリート強度特性

図-9・10はそれぞれは練り混ぜ水に磁化水を用いたモルタルの圧縮強度と曲げ強度である。圧縮強度は磁化水を用いたもののほうが最大10%低下し、曲げ強度は最大5%増加している。図-11・12はそれぞれ練り混ぜ水に磁化水を用いたコンクリートの圧縮、引張強度である。これによると、モルタルと同様に磁化水を用いたもののほうが若干小さくなった。これらは磁化水を用いたものは、ブリージングの増加による実質水セメント比の低下と水和反応の促進によって曲げ強度増加したと考えられるが、圧縮試験では骨材下面の空隙による影響が顕著に影響し、上記の要因による強度増加よりも卓越しているため強度が低下したものと思われる。

(5) 磁化水を用いたコンクリートの耐凍害性

図-13は練り混ぜ水に磁化水を用いたコンクリートの凍結融解試験の結果である。(a); $W/C=30\%$ ・ $Si/C=10\%$ 、(b); $W/C=45\%$ 、(c); $W/C=65\%$ 。これによると、いずれの場合も磁化水を用いたもののほうが耐凍害性は同程度あるいは劣る傾向が認められた。これは、ブリージングの増加による骨材下面の欠陥部の影響などによるものと考えられる。

4. まとめ

練り混ぜ水に磁化水を用いることによって、セメントペーストの流動性の向上、モルタル・コンクリートの強度の低下、耐凍害性の低下などの傾向が認められた。

《参考文献》

- 1) ヴェ・イ・クラッセン 「水の磁気処理」
- 2) 田澤榮一 他 「凝結過程で磁場の影響を受けたセメントペーストの性質」

セメント・コンクリート研究討論会研究報告集

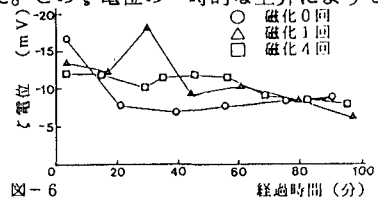


図-6 練り混ぜ水に磁化水を用いたセメントペーストのセメント粒子の ζ 電位の経時変化

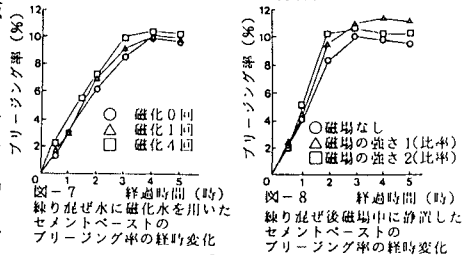


図-8 練り混ぜ後磁場中に静置したセメントペーストのブリージング率の経時変化

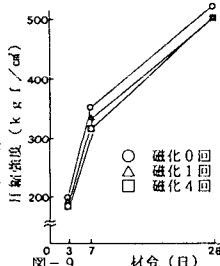


図-9 練り混ぜ水に磁化水を用いたモルタルの圧縮強度

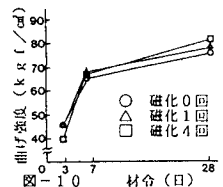


図-10 練り混ぜ水に磁化水を用いたモルタルの曲げ強度

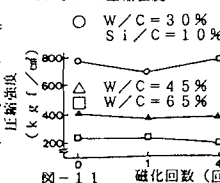


図-11 練り混ぜ水に磁化水を用いたコンクリートの圧縮強度

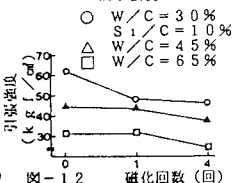
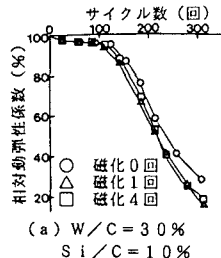
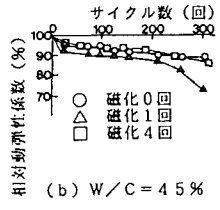


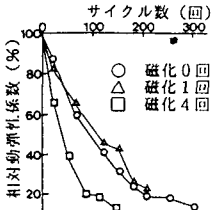
図-12 練り混ぜ水に磁化水を用いたコンクリートの引張強度



(a) $W/C=30\%$
 $Si/C=10\%$



(b) $W/C=45\%$



(c) $W/C=65\%$

図-13 練り混ぜ水に磁化水を用いたコンクリートの耐凍害性試験