

東北大学 学生員 大沢 健治
東北大学 正会員 三浦 尚

1. まえがき

磁化水とは磁気処理を施した水のこと。磁界中を水を通すという簡単な操作で得ることができ。磁気処理によって水に、溶解速度の増大、溶解酸素量の増大、表面張力の変化、懸濁質の凝集の促進などの変化が生じると言われており、また、コンクリートの練り混ぜ水に磁化水を用いると、流動性、強度、凍結融解抵抗性が增大するという報告書もある¹⁾。そこで本研究では、実際に水に磁気処理を施して磁化水を作り、磁化水を練り混ぜ水とすることで、コンクリートの性状にどのような変化が生じるかどうかを実験、検討してみた。

2. 実験方法

1) 使用材料 セメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は碎石である。また、練り混ぜ水として使用した水の分析結果の主な値を表-1に示す。

表-1 水の成分分析

総硬度 (mg/L)	アルカリ度 (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	pH	伝導度 (μS/cm)
23.5	44.9	43.2	23.0	10.7	7.5	159

総硬度: 水中のCa、Mgイオンの総量をCaCO₃に換算して表したもの
アルカリ度: 水中のアルカリ分をCaCO₃に換算して表したもの

2) 水の磁気処理 水の磁気処理にはC型電磁石を用いた。

磁極は一辺4cmの正方形で、磁極間隔は4cmであり、磁極間に内径4mmのビニールパイプを磁界に直角方向に設置し、その中を水を通すことで磁化水を得た。パイプの設置方法は、磁極の中心を1回だけ通るようにしたものと、磁界は一様にかからないが、25回繰り返して磁場を通るようにパイプを巻いたものとの2種類である。(図-1参照)

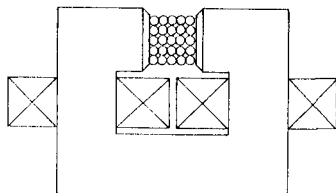


図-1 C型電磁石と繰り返す数
25回の場合のパイプの並べ方

3) モルタルのフロー試験と圧縮強度試験 表-2に示す配合で、練り混ぜ水に普通水、磁化水を用いてフロー試験と圧縮強度試験を行った。パイプを通す水の流速(v)は、80 cm/sと、160 cm/sの2種類で、繰り返す数(n)も先に述べたように1回と25回の2種類である。流速と繰り返す数の選び方で実験は表-3のように、IからIVまでの4シリーズとなる。各々のシリーズで磁界強さ(H)を、0、100、200、300 kA/mと変えて練り混ぜ水を作り、ペーストを練る。同一の水を用いたペーストを2バッチ練り混ぜ、フロー試験を各々2回ずつ、計4回行い、その平均をフロー値とした。また、各バッチから各々3ヶずつ、計6ヶの圧縮供試体を作製し、圧縮試験を行い、その平均値を圧縮強度とした。材令は7日である。

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	セメント (g)	水 (g)	砂 (g)
50	800	400	1900

表-3 モルタル試験の種類

n \ v	80	160
1	I	II
25	III	IV

4) 凍結融解試験 表-4に示す様に、AE剤を用いた場合①と、用いない場合②の、2種類の配合でASTMに準じて凍結融解試験を行った。

各々の配合で、練り混ぜ水をA、B、Cと変えて供試体を作製した。練り混ぜ水Aは普通水、練り混ぜ水Bは、流速160 cm/s、磁界強さ200 kA/m、繰り返す数1回で処理を行った磁化水、練り混ぜ水Cは、流速、磁界強さはBと同様で、繰り返す数を25回として処理を行った磁化水である。尚、AE剤は、アニオン系界面活性剤の一種である。

表-4 凍結融解試験に用いた配合

配合	S/A (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m³)					練混水の 種数
			C	W	S	G	混和剤	
①	43	53	345	183	745	1106	0	A B C
②	43	53	345	183	745	1106	0.14	A B C

3. 実験結果

1) モルタルのフロー試験と圧縮強度試験 表-5にモルタル試験の結果を示した。表-5のフロー値の結果を見るとわかるように、どの値もほとんど差がなく、磁化水を用いたことによって、流動性が增大するという現象は認められなかった。

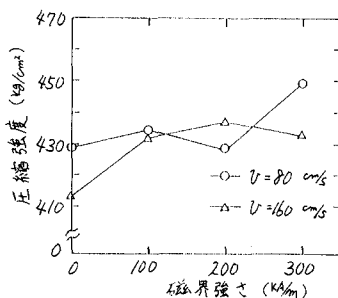
また、表-5の圧縮試験の結果を図示したものが図-2(a)と(b)である。図-2(a)は、繰り返し数を1回としたシリーズIとIIの、磁界強さと圧縮強度の関係であり、図-2(b)は、繰り返し数を25回としたシリーズIIIとIVの、磁界強さと圧縮強度の関係である。図-2(a)から、流速が、80 cm/s、160 cm/sのいずれの場合でも、磁界強さが増加するほど圧縮強度が増加する傾向が、若干あるようにも思われるが、最も圧縮強度の増加率が大きい値でも、わずか6%にも達しておらず、圧縮強度の誤差の範囲を出ているとは考えられない。図-2(b)からは、磁界強さと、圧縮強度の相関性は全く見られない。

表-5 モルタル試験の結果

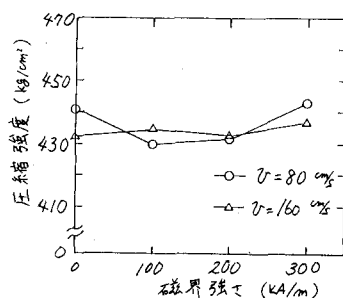
シリーズ	磁界強さ (kA/m)	フロー値	圧縮強度 (kg/cm ²)
I	0	16.4	42.9
	100	16.7	43.5
	200	16.5	42.9
	300	16.7	44.9
II	0	16.0	41.3
	100	16.2	43.2
	200	16.3	43.7
	300	16.3	43.3
III	0	16.2	44.1
	100	16.2	43.0
	200	16.4	43.2
	300	16.2	44.3
IV	0	16.1	43.2
	100	16.4	43.5
	200	16.2	43.3
	300	16.4	43.7

2) 凍結融解試験 表-6に各供試体のコンクリートの性状を示した。

A E剤を使用しなかった配合①の、A、B、C、3種類の供試体は、相対動弾性係数の値が30サイクルで、みな60%を下回るほど裂化のスピードが早く、磁化水を用いたことによる凍結融解抵抗性の増大は観察できなかった。A E剤を用いた配合②は現在実験が進行中であるが、これ



(a) $n=1$ の場合



(b) $n=25$ の場合

図-2 磁界強さと圧縮強度の関係

までの結果を図-3(a)と(b)に示す。相対動弾性係数では、普通水を用いた供試体が、磁化水のものより常に下回っているものの、差があるとはいえない。一方、重量減少百分率の結果では、磁化水の効果が認められそうである。しかし、前者の結果を考え合わせると、凍結融解抵抗性が増大したとは、まだ、断定し難い。

4. まとめ

今回の試験では、流動性、圧縮強度に関しては、磁化水の効果が認められなかった。凍結融解抵抗性に関しては、効果があると思われるが、現在実験を継続中である。

<参考文献> 1) Классен В.И. 水の磁気処理 Химия, 1982

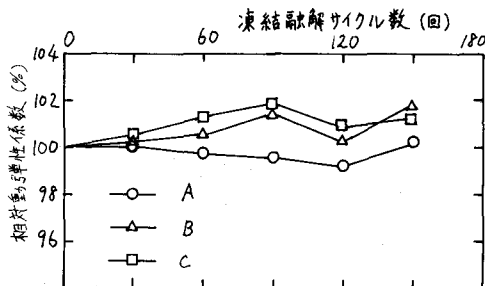
表-6 各供試体の性状

配合	スラング (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (kg/cm ²)
① A E剤未使用	A 7.0	1.6	346
	B 7.0	1.5	359
	C 6.0	1.7	371
② A E剤使用	A 10.0	4.5	304
	B 9.0	4.1	308
	C 10.5	4.1	307

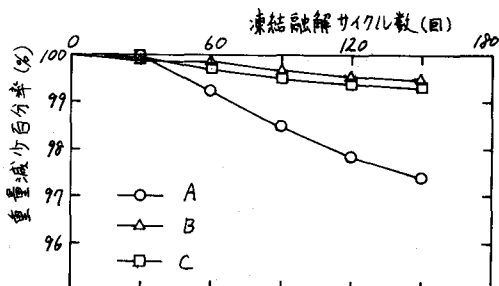
A … 普通水

B … $v=160\text{ cm/s}$ $H=200$ $n=1$

C … $v=160\text{ cm/s}$ $H=200$ $n=25$



(a) サイクル数と相対動弾性係数



(b) サイクル数と重量減少百分率

図-3 凍結融解試験の結果