

マグネシウムセメントと竹チップを混合したモルタルの強度および乾燥収縮

九州共立大学 学生員 山根 宜薫 正員 高山 俊一
日本乾溜工業(株) 浜嶋 博昭、栄和建设(株) 金沢 勝利
(株) グリーン有機資材 杉本 晃

1. まえがき

マグネシウムセメントは海水から抽出、製造されたもので、苦土肥料として認定されている。そのため、植物を含むすべての自然環境に無害な物質である。マグネシウムセメントは吹付け後の初期にはのり面の雨水による浸食防止、さらには防草用ののり面保護材として開発されたものである。マグネシウムセメントとまさ土および竹チップを混合し曲げ強度および圧縮強度の両試験、乾燥収縮試験を行いモルタルの特徴を調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

マグネシウムセメントおよびまさ土等の物理的性質を表-1に示す。竹チップは短繊維状になっている。まさ土は気乾状態で使用した。マグネシウムに水を混合した固化体の化学分析試験結果、水和物は大部分が $Mg(OH)_2$ と考えられた。

2.2 実験項目

表-2に配合ならびに実験項目を示す。実験は室内(ミキサーを使用)で行った。マグネシウム混合量は、まさ土に対する比率(質量)である。竹チップは外割りとして計算した。硬化材、まさ土および竹チップを混合し、水を添加してモルタルを作製した。練り混ぜは強制練りミキサーを使用した。モルタルはばさばさした状態のため、突き固めランマーで締固めを行った。供試体は円柱($\phi 10 \times 12.7$ cm)および角柱($4 \times 4 \times 16$ cm、 $10 \times 10 \times 40$ cm)を作製した。養生方法は気乾・湿潤両養生で行った。乾燥収縮の測定は角柱($4 \times 4 \times 16$ cm、 $10 \times 10 \times 40$ cm)に埋め込みゲージおよびストレンゲージを用いて行った。比較のために、普通ポルトランドセメントを使用して実験を行った。

3. 結果および考察

3.1 モルタルの含水比

図-1は打設直後に採取したモルタルの含水比である。同図の単位水量は 350 g/l と一定である。マグネシウムの混合量が10%の場合の含水比は17.2%で、マグネシウムが16%の場合は14.3%と含水比は減少している。これはマグネシウムと水が混合後、短時間で水和反応が生じるため、マグネシウムの混合量が多いほど含水比が小さくなったものと考えられる。竹チップの混合量が増加するにつれ含水比が増加している。これは、竹チップが水を吸収したためと考えられる。

3.2 養生方法と曲げおよび圧縮各強度

図-2は供試体 $10 \times 10 \times 40$ cmによる場合、図-3は供試体 $4 \times 4 \times 16$ cmによる28日の各曲げ強度を示す。マグネシウムの同一混合量では、黒印の湿潤養生による強度より白印の気乾養生

表-1 材料の物理的性質

材料名	密度、含水比
マグネシウム	密度 3.46 g/cm^3 主成分 $MgO95\%$ 以上
まさ土	密度 2.63 g/cm^3 含水比 1.4%
竹チップ	密度 0.80 g/cm^3

表-2 配合ならびに実験項目

種類	混合量 (%)	単位量 (g/l) 水量	まさ土	竹チップ	供試体の種類、寸法 (cm)	実験項目
マグネシウム	10	350	1589	0	$4 \times 4 \times 16$ $\phi 10 \times 12.7$ $10 \times 10 \times 40$	曲げ 圧縮 強度
	13		1556	80		
	16		1524	160		
普通ポルト	10	350	1524	80		
マグネシウム	13			80		乾燥 収縮
	16			160		

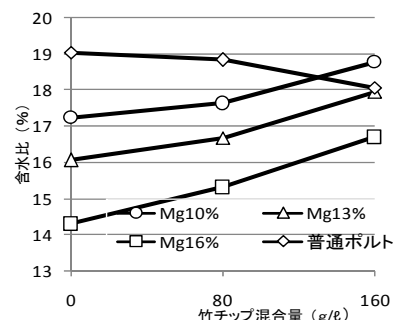


図-1 打設時のモルタルの含水比

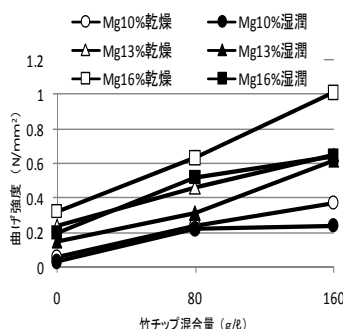


図-2 曲げ強度 ($10 \times 10 \times 40$ cm 7日)

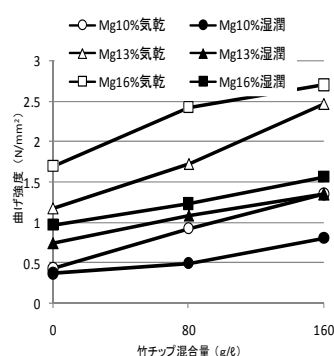


図-3 曲げ強度 ($4 \times 4 \times 16$ cm 28日)

の場合に強度は大きくなっている。これは、気乾状態ではまさ土部分が乾燥による固結するため強度が増加するが、湿潤状態ではまさ土部分がぜい弱となるためと考えられる。さらに $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ の供試体の曲げ強度は、断面 10cm の供試体の場合より 2~3 倍ほど大きい。この理由も、まさ土部分の乾燥による影響と考えられる。また、竹チップ量が多いほど強度は増大している。図-4 は竹チップ 80 g/l 混合のマグネシウム、普通ポルトモルタルの圧縮強度を示す。同図によると、材齢 28 日、気乾養生でのマグネシウムおよび普通ポルトの両モルタルでの強度が最も大きくなっている。逆に、マグネシウムモルタルの湿潤養生での強度が最少値を示している。湿潤養生では材齢 7 日から 28 日になっても、強度の伸びは全く認められない。このことは、マグネシウムの水和反応は短期間に終了し、配合の多くを占めるまさ土の強度がモルタルに大きく影響しているものとする。

3. 4 乾燥収縮ひずみ量

図-5 は埋め込みゲージ ($10 \times 10 \times 40\text{ cm}$ 供試体) による乾燥収縮ひずみを示す。同図によると普通ポルトモルタルによる収縮ひずみは約 1500μ であるが、マグネシウムモルタルの場合は $300 \sim 500\mu$ となり、マグネシウムセメントによる収縮ひずみが極めて小さいことが分かる。マグネシウムモルタルの収縮ひずみは約 50 日程度でほぼ一定となっている。このようにマグネシウムモルタルの乾燥収縮が短期間で一定となる理由としては、マグネシウムセメントには MgO が 95% 以上であり、マグネシウムの水和反応が著しく短時間で終了するためであると考ええる。他方、ポルトランドセメントの水和反応は水の存在のもとに CaO と SiO_2 の水和物が長時間にわたって生じるため、収縮ひずみが長時間にわたって生じるものとする。図-6 はマグネシウムモルタルの場合の断面 4cm 供試体および断面 10cm 供試体による乾燥収縮ひずみの測定結果を示す。同図はストレングスゲージによる測定結果である。同図によると、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ 供試体の収縮ひずみは約 30 日で 400μ となり以後ほとんど変化していない。他方 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ 供試体での収縮ひずみは約 7 日頃まで緩やかに増加しているが、70~90 日では収縮ひずみはほぼ一定となっている様にみられる。小供試体では比較的速く乾燥したために速く一定になったものとする。

4. まとめ

本実験で得られたことをまとめて記す

- (1) マグネシウムセメントの水和反応は極めて短時間で終了するものとする。
- (2) まさ土を含むマグネシウムモルタルの養生は、気乾養生を行えば強度が大きくなることが分かった。
- (3) マグネシウムモルタルの乾燥収縮は約 90 日経過すれば、ほぼ収束に近いものになるものと考えられる。

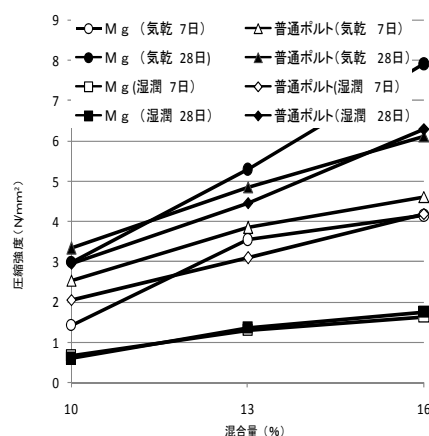


図-4 乾・湿による圧縮強度(竹チップ80混合 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$)

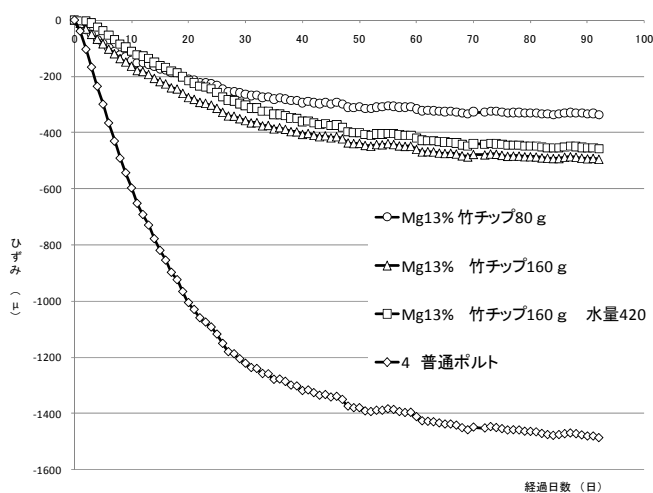


図-5 埋め込みゲージによる乾燥収縮ひずみ

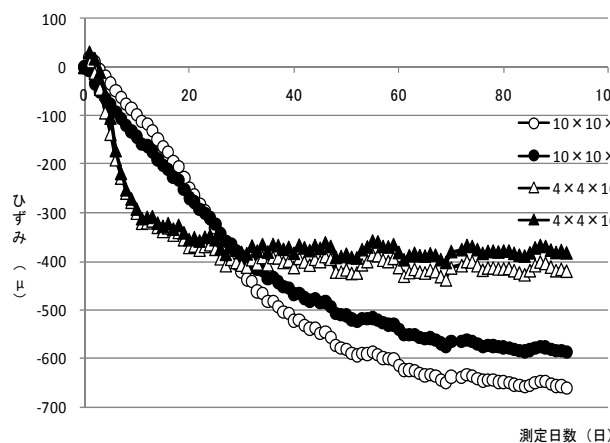


図-6 供試体寸法による乾燥収縮ひずみの違い
(マグネシウム13% 竹チップ160g)