

マグネシウム土壌硬化材にまさ土、竹チップを混合した固化体の強度

九州共立大学 正員 高山俊一、成富 勝
南国市役所 国澤洋平

1. まえがき

硬化材の酸化マグネシウムは海水から抽出、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、植物を含む全ての自然環境に無害な物質である。酸化マグネシウムは吹付け後の初期にはのり面の雨水による浸食防止、さらに防草用ののり面保護材として開発されたものである。長期間経過すれば、最終的には肥料として植物に吸収される。酸化マグネシウムを硬化材とし、まさ土と竹チップを混合し、のり面用吹付けに適した配合を検討することを目的にしている。さらに、天然の竹チップがひびわれ防止に効果があるか検討した。実験は室内実験(ミキサー使用)と屋外で吹付け施工を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

マグネシウム土壌硬化材およびまさ土の諸性質を表-1に示す。硬化材の酸化マグネシウム(MgO)は成分量が高いH(95%)と低いB(55%)の2種類を使用した。竹チップは細かい短繊維状になっている。まさ土は気乾状態で使用した。両マグネシウムに水を混合した固化体のX線回折試験結果は、H マグネシウムの水和物は $Mg(OH)_2$ のみと考えられる。他方、B マグネシウムの水和物は $Mg(OH)_2$ 、 $Ca(OH)_2$ および $CaCO_3$ など多種が認められた。

表-1 材料の物理的性質

材料名		物理的性質	
マグネシウム	H	密度	3.46g/cm ³
	Mg	95.1%	CaO 0.54%
	B	密度	3.34g/cm ³
	Mg	55.0%	CaO 35.0%
まさ土		密度	2.64g/cm ³
		含水比	1.7%
竹チップ		密度	0.80g/cm ³
		含水比	18.3%

表-2 実験項目

実験場所	マグネシウム混合量(%)	竹チップ量(g)	供試体の種類、寸法(cm)	試験材齢(日)
屋内ミキサー使用	10	0	4×4×16	7
	13	60	10×10×40	28
	16	120	φ10×12.7	
屋外吹付け打設	160g/ℓ	0, 80, 160	φ10×20 金網	14
	200g/ℓ	0, 100, 200	10×10×40 鋼 50×50×15 金	49

2.2 実験項目

表-2に実験項目を示す。実験は室内(ミキサーを使用)および屋外(吹付け打設)の両者で行った。室内実験でのマグネシウム混合量は、まさ土に対する比率である。竹チップは外割として計算した。硬化材、まさ土および竹チップを混合し、水を添加して混合体(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。混合体はぱさぱさした状態のため、突き固めランマーで締め

めを行った。供試体は円柱(φ10×12.7cm)および角柱(4×4×16cm、10×10×40cm)を作製した。

3. 結果および考察

3.1 モルタル(固化体)の含水比

図-1に打設時のまさ土の含水比を示す。図-2は打設直後に採取した6種類のモルタルの含水比である。単位水量は350g/l(リットル)と全ての配合で一定である。モルタルの含水比はBが19~20%であり、Hが約16%と明らかに異なっている。表-1に示すMgOの混合率の違い

により、Hマグネシウムは混合後、短時間に水和反応が生じるが、BマグネシウムではCaOが35%も含まれているため、水和反応が緩やかであるものとする。そのためHマグネシウムでは多くの水が水和反応に消費されるが、Bマグネシウムでは水が消費されずに残るために含水比が約4%大きくなったものとする。

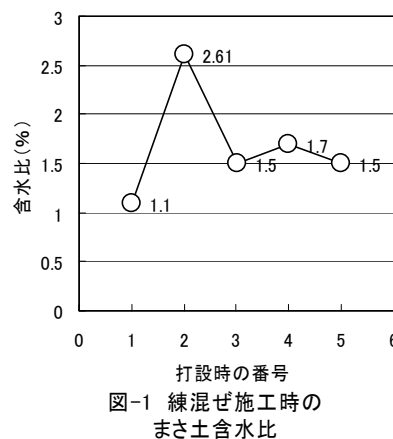


図-1 練混ぜ施工時のまさ土含水比

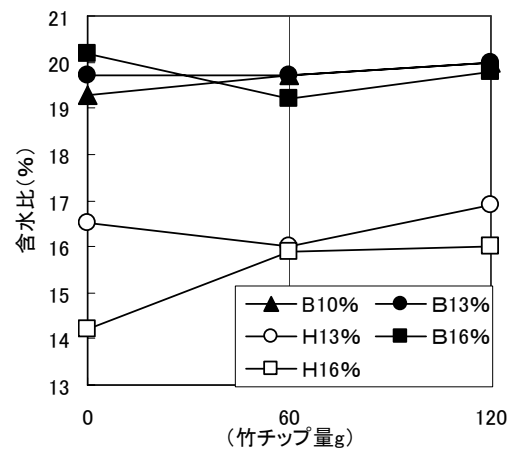


図-2 練混ぜ施工時の含水比 (H10%は無い)

3.2 マグネシウム混合率と曲げ強度(屋内実験)

図-3、図-4 および図-5 は供試体 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ による材齢 7 日および 28 日(一部 36 日)の曲げ強度を示す。同一混合量では黒印の B マグネシウムの強度より、多くの場合白印の H マグネシウムの強度が大きくなっている。また、H マグネシウムの強度は、竹チップの混合量が多いほど増加傾向を示している。H マグネシウムの強度は、マグネシウムの混合量が多い H16% の場合が最も大きくなっている。他方、B マグネシウムの強度は、竹チップの混合量に比例せず、ほぼ一定である。図-3 および図-4 では材齢が大きいほど B および H とともに大きくなっている。図-4 と図-5 を比較すると、水中養生の強度よりも気乾養生の方が大きくなった。図-6 および図-7 は、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ の小型の供試体による曲げ強度を示す。同一養生の図-4 の曲げ強度に比較して、図-6 での強度は全体的に大きくなっている。これは供試体断面が 4cm と小さいため、大きな強度となったものと考える。

3.3 マグネシウム混合率と圧縮強度

図-8、図-9 および図-10 は圧縮強度を示す。B マグネシウムの場合、竹チップを混合しても強度はほとんど変化しない。逆に、強度が低下したものもある。H マグネシウムの圧縮強度は、曲げ強度の場合と同様に竹チップの混合量が多くなるほど増加傾向を示した。

3.4 屋外での吹付け打設による強度

図-11 および図-12 は圧縮および曲げの各強度を示す。図-11 によると、材齢 49 日での乾燥状態の強度は、湿潤状態の場合より大きくなった。マグネシウムおよび竹チップの混合量が多いほど、強度は増加している。

4. まとめ

(1) 固化体の含水比は、H の含水比が B に比べて約 4% 小さかった。これは、H マグネシウムは CaO が 95.1% と多量に含まれているため、添加した水の多くが $\text{Mg}(\text{OH})_2$ に消費され、H 固化体の含水比が小さくなったものと考える。(2) H マグネシウムの強度は、B マグネシウムのそれより大きくなった。(3) H マグネシウムの強度は、竹チップの混合量が多いほど大きくなる傾向を示した。

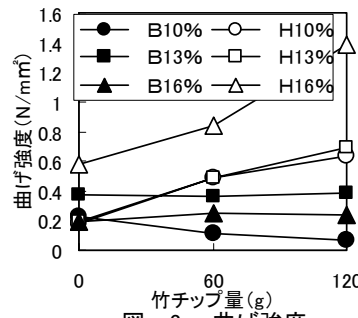


図-3 曲げ強度
(7日 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ 乾燥)

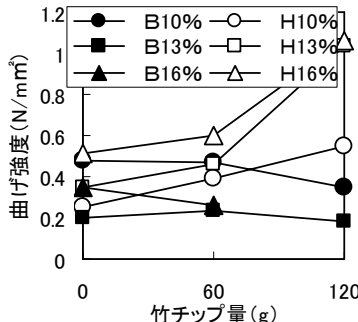


図-5 曲げ強度 (H10%36日、
他28日、 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ 、湿潤)

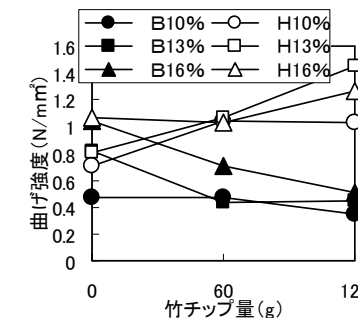


図-7 曲げ強度 (H10%36日、
他28日、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ 、湿潤)

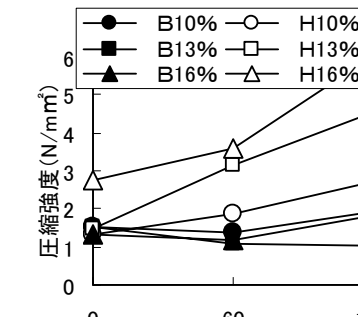


図-9 圧縮強度 (H10%36日
他28日 $\phi 10 \times 12.7\text{cm}$ 、乾燥)

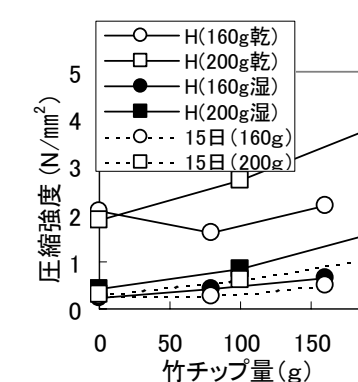


図-11 圧縮強度 (金網円柱
乾燥、湿潤49日、材齢15日)

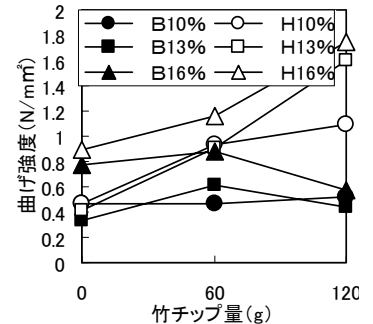


図-4 曲げ強度 (H10%36日、
他28日、 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ 、乾燥)

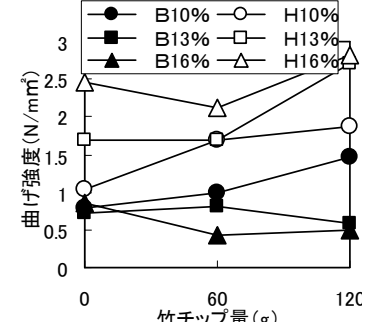


図-6 曲げ強度 (H10%36日、
他28日、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ 、乾燥)

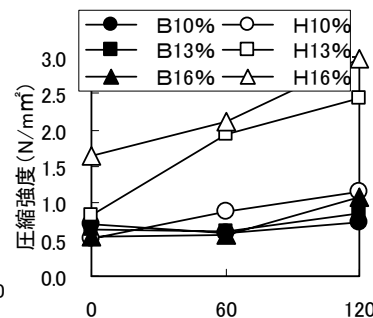


図-8 圧縮強度
(7日 $\phi 10 \times 12.7\text{cm}$ 乾燥)

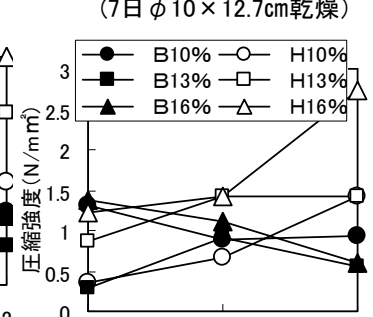


図-10 圧縮強度 (H10%36日、
他28日 $\phi 10 \times 12.7\text{cm}$ 、湿潤)

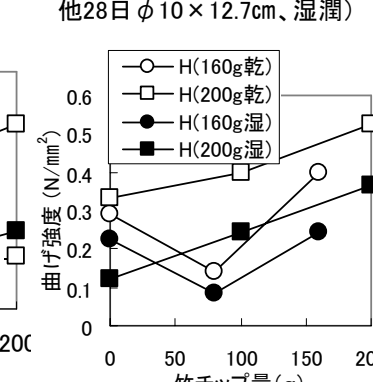


図-12 曲げ強度 (金網切出し
50x50x15cm、乾燥、湿潤、49日)