



製品などパンフレット No. 007

2015年10月末日

パンフレット名

マグエンとその水硬体の物的特性と各種データ

窓口・問合せ先

合同会社 イワ建開発 代表社員 岩原昭次
 本社 〒860-0073 熊本県熊本市西区島崎 5-35-4
 <携帯> 080-6440-4984 <Tel> 096-288-0638 <Fax> 096-354-0223
 <E-mail> iwakensyouji@beach.ocn.ne.jp

 同 研究試験室 〒861-3107 熊本県上益城郡嘉島町大字上仲間 394-7
 <Tel> 096-288-7421 <Fax> 096-288-7423
 <HP> www.iwk-k.co.jp/ (現在、工事中)
 <E-mail> iwaken@ray.ocn.ne.jp ・ ・ ・担当 松本

- (1) ご用命やご質問などは、弊社窓口へお問い合わせ下さい。
- (2) イワ建開発では、各種製品の展示・公開を行っております。是非、ご来社の上、見学をお待ちしております。その際には、事前に窓口までお電話・FAXにてご連絡をお願い申し上げます。

はじめに

イワ建開発では、人を美・力学・健康・環境といった4つの異領域につなぐ バインダー(結合材)を開発・発明しました。イワ建開発では、このバインダーを異領域バインダーと位置づけ、商品名を「マグエン」と名付けています。

「マグエン」は、それをを用いた水硬体が粹あるいは潤な感覚を演出する美的特性(高白色・粹あるいは潤な感覚・体感)に優れ、高強度・高性能を有し、魅力ある建築空間などを創出するバインダーです。更に、人にも生態系にも害を与えないバインダーです。

「マグエン」は、主に海水由来のマグネシウム無機塩を主体に構成されています。すなわち、3つのマグネシウム無機塩(酸化マグネシウム硫酸マグネシウムおよび塩化マグネシウム)を主体とし、これに、曲げ強度や衝撃および収縮に関する物理的特性を改善するために、自然素材のメタケイ酸塩類などを加えて得た白色の粉体(写真)です。マグエンの配合は、バインダーとしての物性が最良となるように実験により選び出されています。

マグエンは、建築分野で普及しているセメントや消石灰および石膏などの既存のバインダーと同様に、水と混ぜることにより、硬化し、固形体(水硬体)となります。しかし、その固形体の物理的あるいは化学的特性は、既存のバインダーによる固形体のそれに比較して格段に優れています。

ここでは、マグエンのみを水硬化して得られる固形体あるいはマグエンをバインダーとして用いた製品の物理的あるいは化学的特性を、イワ建開発での研究成果から紹介します。

なお、以下において、特に断らない限り、マグエンのみを水硬化して得られる固形体(マグエン水硬体)は、粉体としての名称と同様に、単に「マグエン」と呼ぶことにします。



写真 マグエン(主に海水資源であるマグネシウム無機塩から構成されるバインダー)

キャッチフレーズ

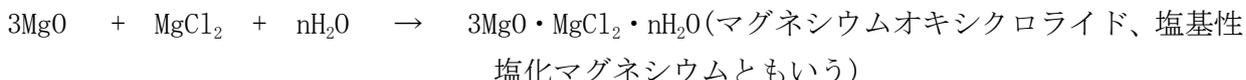
- ! 粹あるいは潤な感覚を演出する美的特性
- ! 格段に優れた強度特性
- ! 自然環境を抑制する海水由来資源の活用
- ! 自然環境と資源の保護・
- ! 地球環境の保護(低炭素化の技術の活用)

1 マグエンの水硬化

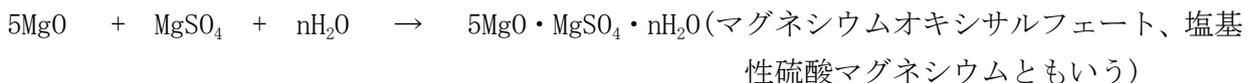
3つのマグネシウム無機塩(酸化マグネシウム硫酸マグネシウムおよび塩化マグネシウム)を主体とするマグエン(粉体)に水を加えると固化(水硬化)します。

この水硬化したものは、前述の3つのマグネシウム塩に水を加えることによって生成した複塩です。すなわち、この複塩が生成することによって、体様が粉体から固形体に変じます。

酸化マグネシウムと塩化マグネシウムとの硬化反応において



また、酸化マグネシウムと硫酸マグネシウムとの硬化反応において



の複塩が生じます。

この2つの複塩は、固形体の圧縮強度や曲げ強度を増大させる性質があります。特に、マグネシウムオキシサルフェートは、繊維状の組成体を形成することが知られています。

イワ建開発で開発した「マグエン」は、更に、繊維状物質のメタケイ酸塩類を含んでいるために、マグエンによって水硬化される固形体はより一層の高い強度特性を有しています。

2 マグエンの微細構造

マグエン(ここでは、マグエンのみを水硬化して得られる固形体のことをいいます)の微細構造の写真(電子顕微鏡)を写真2-1に載せます。

写真中(1)、(2)および(3)はそれぞれ、倍率が72、630および4500です。メタケイ酸塩類が含まれているので、その柱状結晶が観察できます。このメタケイ酸塩の柱状結晶がランダムに分散しているために、マグエンは圧縮強度だけでなく、曲げ強度も著しく高くなります。

加速電圧 15.0kV
倍率 x72
入力信号 SE
拡大/縮小倍率 90%

加速電圧 15.0kV
倍率 x630
入力信号 SE
拡大/縮小倍率 90%

加速電圧 15.0kV
倍率 x4.50k
入力信号 SE
拡大/縮小倍率 90%



(1) 72 倍

(2) 630 倍

(3) 4500 倍

写真2-1 マグエン固形体の電子顕微鏡写真

3 マグエン水硬体の重さ、白さそして pH

ここでは、マグエン水硬体(以下、単にマグエンと略します)と、他のポルトランドメント、白色セメントおよび漆喰による水硬体の重さ、白さそして pH の比較を表 3-1 に載せます。また、図 3-1 に pH についてマグエンと他の溶液あるいは水硬体の比較を示します。

表 3-1 と図 3-1 とから、次のことがいえます。

- マグエンは、セメントと比較して大変軽い。セメントの重量の約 0.7 程度です。一方、漆喰に対しては 1.2 倍程度で、やや重いです。
- マグエンの白さは、白色セメントや漆喰よりも優れています。
- セメントや漆喰が強アルカリに対して、マグエンの pH は約 10 程度、通常の石鹼水と同じような弱アルカリです。水と混ぜたマグエンを長時間素手でいじくり回しても、手肌を傷めません。また、自然環境になじみやすいアルカリ度でもあります。

表 3-1 マグエンの重さ、白さそして pH

	単位体積重量 g/cm ³	白色度 (WH)	pH
マグエン	1.7 程度	90.7	約 10
ポルトランドメント	2.4	—	約 13
白色セメント	2.4	87.3	約 13
漆喰(例)	1.4	87.1	約 13
一般の石鹼(例)	—	—	約 10
化粧水(例)	—	—	約 6~8

(注)ここでは、マグエン、ポルトランドメント、白色セメントおよび漆喰による水硬体(水を混ぜて硬化させたもの)を単にマグエンなどと記載す



(注 1) 石鹼は家庭用品品質表示法による。

(注 2) カビ生育可能領域は文部科学省「カビ対策マニュアル」による。

図 3-1 マグエンの pH

4 マグエンの圧縮強度と曲げ強度

4-1 目的

マグエンの圧縮強度と曲げ強度を明確にするために、強度実験をしました。

特に、作業性を改善するために自然素材「つのまた」を加える場合がありますので、この量が両強度に及ぼす強度的な低下についても確かめました。

4-2 配合

表 4-1 試験体の配合

試験体名	マグエン	左記のマグエンに含まれるつのまたの量	水	製作日(打設日)
MGEN001-2	100%	1%	50%	H26.12.18
MGEN003-1	100%	0.5%	40%	H26.12.22
MGEN003-2	100%	0	40%	H26.12.22

(注) マグエンは、マグエン3号を使用。水の量はマグエンに対する割合

4-3 試験体の方法と試験方法

試験体の寸法は次の通りです。

- ① 圧縮試験用のテストピース：φ50×100mm
- ② 曲げ強度試験用のテストピース：□40×40×160mm

圧縮試験は、200kN アムスラー型圧縮試験機で行いました。

曲げ試験は、200kN アムスラー型圧縮試験機に図 4-1 に載せる加力図のものの架台を用いて、2点集中加力方式で、行いました。

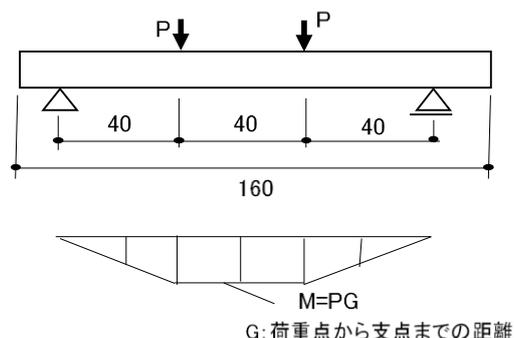


図 4-1 曲げ試験加力方法

4-4 実験結果

表 4-2 に載せるとおりです。

表中の単位体積あたりの重量は、実験時の気中での値です。

表 4-2 試験体(マグエン水硬体)の圧縮強度と曲げ強度

試験体名	単位体積重量 gf/cm ³	圧縮強度 N/mm ²	曲げ強度 N/mm ²	つのまたの量 (%)	材齢 (日)
MGEN003-2	1.7	—(注2)	23.3	0	47
MGEN003-1	1.7	70.0	16.4	0.5	47
MGEN001-2	1.6	62.7	13.4	1	51

(注 1) —：加力面が傾斜していたため、正しい値が得られなかった。

気中での単位体積重量は、1.7 gf/cm³程度で、コンクリートでいえば、軽量コンクリート 2 種に相当します。

一般に、コンクリートの圧縮強度は 30 N/mm²程度、曲げ強度の大きさはおおよそ圧縮強度の 1/6 (1/5～1/8)程度です。したがって、マグエン固形体の圧縮強度と曲げ強度は、普通コンクリートと比較すると、それぞれ、2 倍程度以上となります。

通常の漆喰の圧縮強度と曲げ強度は、配合によってかなり幅がありますが、概してあまり高くありません。幾つかの既往の研究実験によれば、圧縮強度は 1N/mm²、曲げ強度は 0.5 N/mm²程度という報告もあります。したがって、マグエン水硬体と漆喰による固形体の強度の比較はあまり意味がありませんが、明確にわかることは、マグエン水硬体の強度は格段に優位にあることです。

5 単位体積当たりの重量と吸水率

5-1 はじめに

住宅の居室などの建物屋内の建築空間の快適性の評価項目の 1 つとして、調湿があります。調湿

は、室内の湿度が過多の場合は吸湿し、反対に室内空気が乾燥状態にある場合は放湿することをいいます。日本建材試験センターが定める調湿建材の調湿性能評価基準では、「調湿建材は、室内の湿度が過多の場合は吸湿し、反対に室内空気が乾燥状態にある場合は放湿して室内の湿度調整を行う機能性建材」と定義しています。調湿性については、評価基準が建材試験センターで定めてあるものの、室内の材料構成と内装方法によって人間の個々の体感などの感じ方に微妙に異なります。

ここでは、調湿性の評価には直接結びつきませんが、調湿に対する参考として、マグエンの吸収率に対する実験をしましたので、以下に紹介します。

5-2 試験体

試験体は前章(4 マグエンの圧縮強度と曲げ強度)で用いたものと同じです。

5-3 試験方法

JIS A 5002 構造用軽量粗骨材の密度及び吸水率の試験方法により行いました。

5-4 実験結果

マグエンは、つもの量の大小に係らず、吸水率が極めて高いのが特徴です。このことから、これ自体だけでも、調湿効果を高くすることができそうです。また、つもの量が多くなると、吸水率が高くなるだけでなく、単位体積重量が低くなり、軽量となることも示されています。

一般に、木材は調湿に優れています。マグエンは、木質繊維あるいは木チップと非常によくコラボします。それゆえ、マグエンと木質繊維のコラボによる水硬体の調湿は、格段に優れることが予測されます。

表5-1 マグエン固形体の吸水率

試験体名	水中から取り出した後の 表乾時単位体積重量	絶乾時の単位 体積重量	吸水率	左記のマグエンに含ま れる、つもの量
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	(%)
MGEN001-1	1.72	1.46	18%	1
MGEN003-1	1.78	1.52	17%	0.5
MGEN003-2	1.86	1.68	16%	0

なお、一般的なコンクリートの吸水率は、既往の実験データによると、おおよそ5%程度です。したがって、マグエンは吸水率に関して、コンクリートよりも格段に優れていることが分かります。

6 マグネシア固形体の経時的な歪

6-1 目的

今まで実施してきた実験から、マグネシア水硬体が硬化し始める最初の材齢1~7日間程度以内でひび割れが生じなければ、その後、大気中に放置しても経時的なひび割れが生じない傾向があることが見られました。

そこで、マグネシア水硬体の経時的な歪を測定し、歪がどのような経時的傾向を示すかを定量的に把握するために、経時的な歪変化の測定をしました。

6-2 一定温度・湿度での経時的歪

6-2-1 試験条件

試験体：マグエンのみによる水硬体

試験体寸法：□40×160mm

試験体成形時の条件：20℃±3℃恒温室で成形後脱枠まで同室内に静置

試験体脱枠時の条件：注水 24hr 後に脱枠

養生条件：20℃±3℃、60±5%R.H の恒温恒湿室内に暴露保管

測定条件：保管室内でダイヤルゲージにより測定

6-2-2 試験結果

恒温恒湿室内における長さ変化率(収縮率)と質量変化率を図6-1と6-2に示します。

マグエンによる水硬体は材齢5日までは膨張し、膨張がピークに達したのち、若干収縮しています。その収縮は材齢14日程度で止まり、その後はほぼ一定となることがわかります。しかも、膨張がピークに達した時点を基準にすると、その収縮した歪は約400μ程度にすぎません。

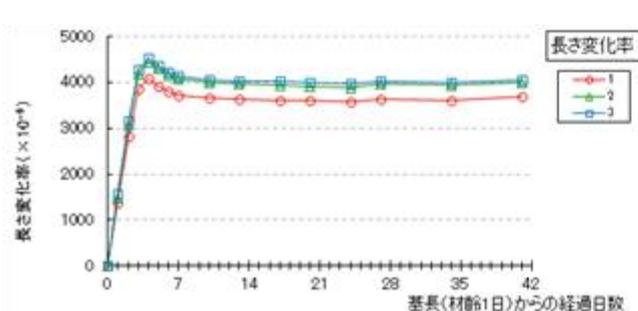


図6-1 長さ変化率

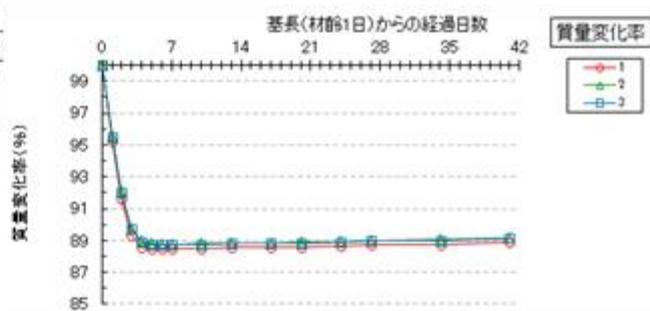


図6-2 質量変化率

また、図6-2から、質量は材齢3日で略一定となり安定することがわかります。このことから、マグエンによる水硬体はおおよそ材齢3日で硬化すると推測できます。

この硬化時を基準にすると、マグエンによる水硬体は収縮を起こさず、膨張したままの状態をほぼ一定で保ち、歪はほぼ変動しないことがわかります。

6-3 温度・湿度の影響を受ける一般環境下での経時的歪

6-3-1 試験体と寸法

(1) 試験体数と材料

合計2体です。1つはマグエンの固形体自体の、もう1つは更に骨材としてマグエンに寒水石を加えたものとなりました。

表 6-1 経時的な歪測定に用いた試験体の配合(構成割合、単位：%)

試験体名	マグ エン	寒水石	水	打設日 (平成 26 年)	測定開始日 (平成 26 年)	同左 材齢(日)
LOST-SF1-001	100	0	29	10/28	12月26日	59
LOST-CF3-002-1	100	58	33	10/29	同上	58

(注1) 寒水石と水の比率は、マグエン(100%)に対する比率

(注2) 寒水石：主に建築・造園や彫刻などに使われる、モース硬度も3とやわらかく、加工に適した石材。



写真 6-1 経時歪測定中

表 6-1 経時的な歪測定に用いた試験体の配合(単位：%)

試験体名	マグ エン	寒水石	水	打設日 (平成 26 年)	測定開始日 (平成 26 年)	同左 材齢(日)
LOST-SF1-001	100	0	29	10/28	12月26日	59
LOST-CF3-002-1	100	58	33	10/29	同上	58

(注1) 寒水石と水の比率は、マグエン(100%)に対する比率

(注2) 寒水石：主に建築・造園や彫刻などに使われる、モース硬度も3とやわらかく、加工に適した石材。

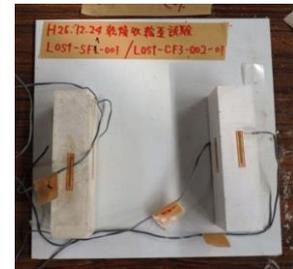


写真 6-1 経時歪測定中

(2) 試験体の寸法

試験体は、40×40×160の直方体です。

(3) 製作方法

試験体は、所要の材料を混練りし、型枠に流し込んだ後、5日間、気中養生をしました(コンクリートのような、湿式養生はしません)。5日後に脱型し、試験時までそのまま放置しました。材齢58と59日に測定を開始した。

(4) 測定方法

歪の測定は、直方体の3面に長さ方向に3枚のPFL-30-11-1L(検長30mm、東京測器(株)製)を貼り付け、測定器TDL601を用いて行いました。各試験体とも、歪は3枚の平均値です。測定時の状況を写真6-1に載せます。

6-3-2 経時歪

経過日数42日までの歪の経時変化を図6-1に示します。

2つの試験体共に、温度と湿度の影響を受けて膨張と収縮を繰り返しています。この測定では、自然の温度と湿度の影響下で測定を行っているため、自然の温度と湿度の影響を受けます。しかしながら、これによる歪は、測定範囲では、最大で60 μ 程度であり、大きな値ではありません。この歪が、マグエンによる固形体が、曲げ強度が高いこととあいまってひび割れを起こしにくくしていると推定できます。なお、寒水石の量の影響は見られないようです。

6-4 まとめ

マグエンによる水硬体は、通常のコングリートとは全く異なり、自己歪ではひび割れが起きないことがわかります。あまり、適切な表現ではありませんが、定性的には、膨張コンクリートのような性状を見せます。

また、漆喰は消石灰に糊やすさなどを加えたものに水を加えて硬化させたものですが、一般に、

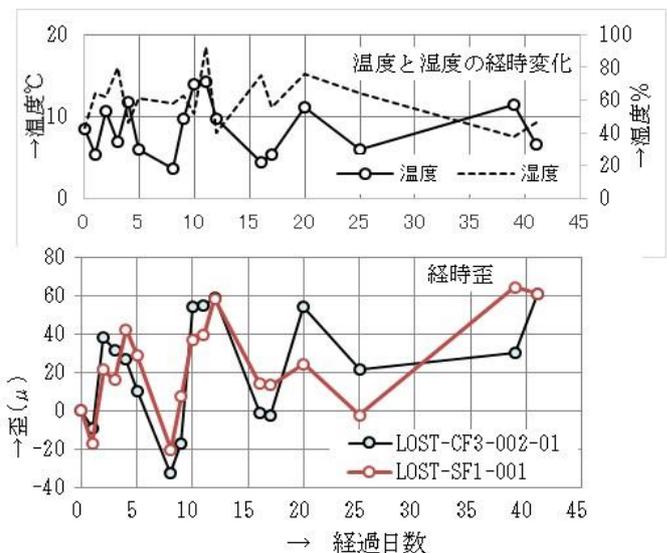


図 6-1 経時歪

最初の数日間(3, 4日程度)で1~2%(10000~20000 μ)程度の収縮が生じ、その後は収縮などが起きないという特徴を有しています。したがって、漆喰壁などは、施工時に収縮が起きないように造作すれば、施工後はひび割れを起きないようにすることが可能ですが、この硬化が安定するまでの初期の段階でひび割れを生じないようにすれば、自己収縮によるひび割れを防ぐことができます。しかし、実際には、マグエンによる水硬体と比べて格段に引張強度や付着強度が低いために、経時的には下地に何らかの原因でずれなどが起きた場合には、ひび割れが発生しやすいことに注意する必要があります。

一方、マグエンによる固形体の場合は、初期の段階から膨張性が認められ、収縮が起きないため、コンクリートや漆喰壁などと異なり、自己収縮によるひび割れが発生しないことが明らかです。

7 付着引張り強度

7-1 塗壁の付着面(下地との接着面)の付着引張り強度

塗壁は石膏ボード、ベニア合板およびコンクリートなど様々な下地に適用できます。弊社の塗壁は、マグエンをバインダーとしていますので、他のセメントなどと比較して、圧縮強度や曲げ強度が著しく高いことが特長です。また、前章(2章)の電子顕微鏡による微細構造の写真(写真2-1)に見られるように、柱状結晶がランダムに分散しているために、塗壁として用いる場合は、柱状結晶の生成により、塗壁がその下地に強固に食い込み、付着面における付着引張り強度もかなり高いと推定できます。

したがって、塗壁との付着面に凹凸をつけるなどの工夫を施しておけば、塗壁が劣化しない限り、長期間にわたってもはがれることはないと推定できます。

このことを実際に確認するために、塗壁との付着面に関する付着引張り試験を行いました。

付着面における引張り試験に用いる試験機は、(株)グッド製のテクノテスターRQシリーズ(RQ-40A)を使用しました(写真7-1)。なお、付着面での付着面積は40mm×40mm=1600mm²です。

7-2 下地が合板、石膏ボードの場合の付着引張り強度試験

試験機のセット方法を図7-1に示します。

塗壁の種類と付着引張り強度実験結果は表7-1と表7-2の通りです。

また、以下のように考察ができます。

- ① マグエンを結合材に用いた塗壁は、下地が合板の場合、その部分での剥がれやひび割れがなく、すべて付着の界面で剥がれている。したがって下地処理として、木工ボンドあるいは速乾石膏ボードを用いた場合、マグエンを結合材に用いた塗壁自身の強度は、木工ボンドあるいは速乾石膏ボードの付着強度よりも高い。
- ② マグエンを結合材に用いた塗壁は、下地が石膏ボードの場合、その部分での剥がれやひび割れがなく、すべて付着の界面の紙部分の剥がれか、あるいは、石膏ボードがえぐりられるように破損している。したがって下地として石膏ボードを用いた場合、マグエンを結合材に用いた塗壁自身の強度は、石膏ボードの強度あるいは界面の付着強度よりも高い。



写真7-1 付着引張り試験機

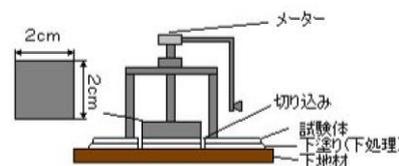


図7-1 試験機のセット方法

- ③ 下地が合板あるいはそれに木工ボンドあるいは速乾プラスターを塗りつけても、その界面の付着引張り強度は、0.3N/mm²程度のものである。
- ④ 漆喰壁の引張り強度あるいは界面の引張り付着強度はかなり小さい。

7-3 下地がコンクリートの場合の付着引張り強度試験

マグエンがコンクリート用タイルの接着剤としての能力を有するか否かの検討を行いました。この能力を有することになれば、マグエンの利用範囲が格段に広がります。

また、従来の強力な接着剤であるエポキシ樹脂よりも接着力が優れていることが分かれば、耐熱性に対して優れていること、自然素材でつくられた材料であることなどにより、高品質の接合材として、商品化することができます。

実験にあたって、下地となるコンクリートは場所打ちコンクリートの場合と、プレキャストコンクリートの2種類としました。また、接合剤は、エポキシ樹脂を比較の対象としました。

また、試験時材齢は、陶磁器室タイルの場合、材齢14日以降が一般ですが、マグエンはコンクリート系の接着材ではないことと、早期の強度発言に優れているため、材齢1週間程度内で試験を行いました。

全ての付着引張り強度実験結果は表7-3の通りです。

また、代表的なものを抜粋すると、表7-4の通りです。

表7-1 下地が合板の場合の付着引張り強度実験結果

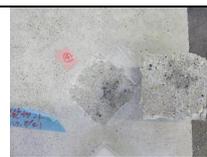
試験体名 製品名	仕上げ面部分 の結合材と素材	下地	付着引張り強度 (N/mm ²)	破断状況	コメント	試験時材 齢(日)
LOST-1-001 マグエン壁	マグエン、水	合板(注2) (下地処理なし。 事前の水の湿らしをなし)	0.32		付着面で剥がれた。	22
T20-3-1 小麦1B号	マグエン3号、 CF、水	合板(注2) (下地は速乾プラスター処理)	0		下地の上面で剥がれた。	86

表7-2 下地がプラスターボードの場合と漆喰の場合の付着引張り強度実験結果

T28-2 マグエン壁	マグエン、水	プラスターボード(下地は処理なし)	0.47		プラスターボードの紙が剥がれた。	42
T28-22 マグエン壁	マグエン、水	プラスターボード(下地は速乾プラスター処理)	0.24		下地の上面で剥がれた。	23
L0-WF3-001 すずめ	マグエン、 木質繊維	プラスターボード 下地は処理なし)	0.24		プラスターボードがえぐれるように、剥がれた。	144
本漆喰 (2度塗り)	本漆喰	合板(下地処理なし。 事前の水の湿らしをなし)	0		漆喰部分の下面で剥がれた。	凡そ1年以上
本漆喰自体の引張り強度(中塗りが	本漆喰	漆喰	0.24		中塗りと仕上げ部分の界面で剥がれた。	凡そ1年以上

ある場合)						
-------	--	--	--	--	--	--

表7-3 下地がコンクリート(場所打ちコンクリートあるいはプレキャストコンクリート)の場合の付着引張強度実験結果

試験体名	下地面とタイル面の結合材	下地面の状況	付着引張強度(N/mm ²)	破断状況	コメント	試験時材齢(日)
マグエン1	マグエン水硬化体(注1)	プレキャストコンクリート(表面を水拭き)	0.55		マグエンとコンクリートの界面で剥がれている。(この時のマグエンは爪で擦ると削れる)。マグエンがまだ固まっていなかったため強度が低いと思われる	1日
マグエン2	マグエン水硬化体	プレキャストコンクリート(プレキャストはきれいに水洗いしただけ)	1.03		プレキャストとマグエンの界面で破断。	5日
マグエン3	マグエン水硬化体	場所打ちコンクリート粗面(溝あり)	1.07		エポキシ樹脂から破断	5日
マグエン4	マグエン水硬化体	場所打ちコンクリート粗目(コンクリート面をグラインダーで削り、溝を作る)	1.82		エポキシ樹脂が剥がれた	11日
エポキシ1	エポキシ樹脂	場所打ちコンクリート粗面(水洗い+かなブラシ)	1.89		コンクリート界面から剥がれている	5日
エポキシ2	エポキシ樹脂	場所打ちコンクリート(水洗い)	1.90		コンクリート面が抉り取られている	11日

(注1) マグエン水硬化体とは、マグエン8号に(水+つ)の(また)を加えたスラリーを水硬化したもの。

(注2) 付着引張強度(N/mm²)=×付着荷重/面積(45mm×45mm=2025mm²)

8 難燃性と耐火性—実験室レベルで

8-1 実験室レベルでの難燃性

ガスバーナーによる局所加熱をしました。結果を写真8-1に載せます。

サンプルは次の2つです。

○マグエンと天草陶石からなるサンプル：小麦1F号(粋なパネル)、サイズ約60×130×5(mm)

○マグエンと木質繊維からなるサンプル：すずめ(潤なパネル)、サイズ約60×130×5(mm)

加熱時間は、不燃性試験に合わせて、20分としています。

8-2 実験室レベルでの耐火性

マグエンと天草陶石からなるサンプルの 500℃加熱(加熱時間 5 時間)の結果を写真 8-2 に載せます。実験室レベルの加熱実験から耐火に対してかなり期待できること、不燃に対しても十分適合することが分かりました。

平成 28 年初月中には、不燃性の認可を受けて、取得する予定です。

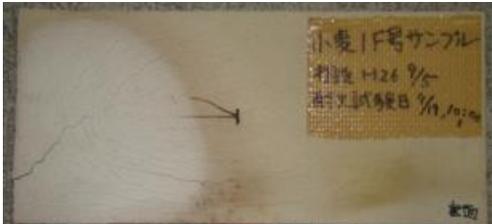
サンプル：小麦 1F 号	サンプル：すずめ
 <p>加熱開始前</p>	 <p>加熱開始前</p>
 <p>加熱開始後約 700~800℃ 3分後 表面が盛り上がっている</p>	 <p>加熱開始後約 700~800℃ 5分後 煙が生じた。 10分後 完全に反っている。煙は出ていない</p>
<p>加熱終了(開始後 20 分)</p>  <p>表面</p> <p>加熱終了 (開始後 20 分) 表面がひび割れしてめくれている</p>  <p>裏面</p> <p>あぶっていた場所が白色になってひびが入っている。 熱いが右端の方は素手で持つことができる。</p>	<p>加熱終了 (開始後 20 分)</p>  <p>表面</p> <p>表面は白色に変わっている</p>  <p>裏面</p> <p>裏面はあぶっていた場所が白色になっている</p>

写真 8-1 ガスバーナーによる局所加熱実験

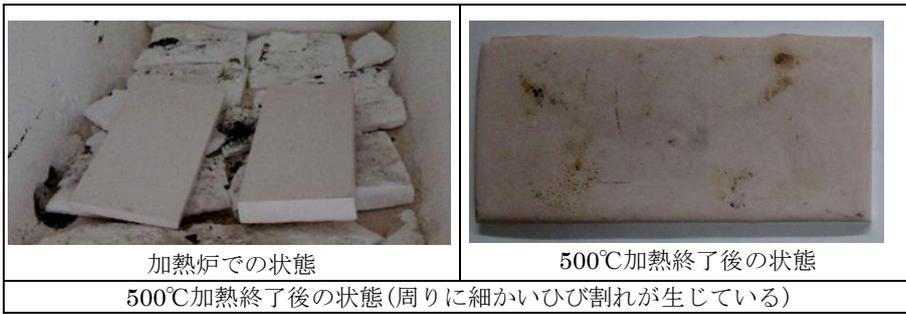


写真 8 - 2 500°C加熱実験

【イワ建開発 会社情報】

会社名	合同会社イワ建開発 (LLC) IWAKEN OF DEVELOPMENT	
会社形態	研究開発とその事業化	
代表社員	岩原 昭次(工学博士)	
本社所在地	熊本県熊本市西区島崎5丁目35番4号	
事務所	熊本県上益城郡嘉島町大字上仲間394-7	
研究室・工場	同上	
設立	平成24年4月10日	
資本金	平成25年4月10日	460万円(増資)

 <p>iwaken</p>	イワ建のロゴマーク
	○色とイメージ
	小豆：気品 高貴 エレガント 粹
	金：高い技術水準
	水：清い 地球(環境)