

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4929496号
(P4929496)

(45) 発行日 平成24年5月9日 (2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int. Cl. F I
E O 4 B 5/02 (2006.01) E O 4 B 5/02 C

請求項の数 20 (全 72 頁)

(21) 出願番号	特願2007-549428 (P2007-549428)	(73) 特許権者	596172325
(86) (22) 出願日	平成17年12月15日 (2005.12.15)		ユナイテッド・ステイツ・ジブサム・カン
(65) 公表番号	特表2008-527205 (P2008-527205A)		パニー
(43) 公表日	平成20年7月24日 (2008.7.24)		アメリカ合衆国, イリノイ州, シカゴ
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/045463		, ウェスト アダムズ ストリート 5
(87) 国際公開番号	W02006/073723		50
(87) 国際公開日	平成18年7月13日 (2006.7.13)	(74) 代理人	110000051
審査請求日	平成20年10月10日 (2008.10.10)		特許業務法人共生国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	60/640,174	(72) 発明者	トニヤン, ティモシー, ディー.
(32) 優先日	平成16年12月30日 (2004.12.30)		アメリカ合衆国, イリノイ州, ウィー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		トン, ノース ウィートン アヴェニュー
(31) 優先権主張番号	60/647,015		722
(32) 優先日	平成17年1月27日 (2005.1.27)	(72) 発明者	ウレット, ジェームズ, エム.
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国, イリノイ州, マクヘ
			ンリー, サンライズ ヴュー 3210
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 床張り用の不燃強化セメント質軽量パネルおよび金属枠システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構築用の不燃性床システムであって、
ねじ先より上方かつねじ山より下方にあり、ねじの軸から横方向に突き出た有翼ドリラ
ーを備えた金属製ねじ固定具と、

金属製枠組と、

前記金属製枠組に前記金属製ねじ固定具により固定された水平剪断ダイヤフラムであっ
て、強化された、軽量の、寸法的に安定なセメント質パネルを備える、前記水平剪断ダイ
ヤフラムと、
を備え、

前記セメント質パネルは、立方フィート当り65～90ポンドの密度を有し、前記金属
製枠組に固定されるとき剪断荷重に耐えることができ、かつドライベースで

49～68重量%の反応性粉体混合物、

23～36.1重量%の均一に分布された軽量充填材粒子、および

5～20重量%の均一に分布された耐アルカリガラス繊維、

任意の流動化剤

を含む水性混合物の硬化から結果として生じる連続相を備え、

前記連続相は、前記ガラス繊維で均一に強化され、軽量充填材粒子を均一に含み、

前記軽量充填材粒子は、各々がドライベースで、セラミック微小球を備え、ガラス微小
球、フライアッシュセノスフィアまたはパーライトから成る群から選択された少なくとも

10

20

一つの部材から選択された粒子を選択的に含み、前記軽量充填材粒子は、 $0.02 \sim 1.00 \text{ g/ml}$ の粒子密度を有し、約 $10 \sim 500$ ミクロン（マイクロメートル）の平均粒子サイズを有し、前記軽量充填材粒子は、 $0.02 \sim 1.00 \text{ g/ml}$ の粒子密度を有し、約 $10 \sim 500$ ミクロン（マイクロメートル）の平均粒子サイズを有し、ドライベースで、

45～75重量%の硫酸カルシウムアルファ型半水化物、
20～40重量%のポルトランドセメント、
0.2～3.5重量%の石灰、
シリカフュームを備える5～25重量%の活性ポゾラン、
 を備える反応性粉体の水性混合物の硬化から結果として連続相の混合物が生じ、
 前記床システムは、1直線フィート当たり300～1000ポンドの前記床剪断ダイヤフラムの水平設計剪断容量を有し、
 前記セメント質パネルは、0.25～1.5インチの厚さを有する、床システム。

【請求項2】

前記ガラス繊維は、約 $10 \sim 15$ ミクロンの直径、1～2インチの長さを有し、前記水性混合物は、ウェットベースで、

12.2～12.3重量%のポルトランドセメント、
24.4～24.7重量%の硫酸カルシウムアルファ半水化物、
5.1重量%のシリカヒューム、
0.4重量%の石灰、
26.4～27.4重量%のセラミック微小球、
1.9重量%の流動化剤、
21.9～24.2重量%の水、

第2剪断ダイヤフラムを形成する為に前記剪断ダイヤフラムに対向した前記金属製枠組の側部に取り付けられたタイプXの火災等級石膏壁板の層を更に備える4.4～7.2重量%耐アルカリ性ガラス繊維、
 を備える請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記セラミック微小球が、 $50 \sim 250$ ミクロンの平均微粒子サイズおよび $10 \sim 500$ ミクロンの微粒子サイズ範囲から成る群から選択される少なくとも一つの特徴を有する、請求項1に記載の床システム。

【請求項4】

前記パネルが形成される前記水性混合物は、ドライベースで、
58～68重量%の前記反応性粉体、
6～17重量%の前記耐アルカリ性ガラス繊維、
23～34重量%の前記軽量充填材粒子、
任意の前記流動化剤
 から成り、

前記軽量充填材粒子は、セラミック微小球と、ガラス微小球、フライアッシュセノスフィア、パーライトからなる群から選択された最大1.0重量%の充填材粒子とから成り、
 前記反応性粉体は、それぞれドライベースで、
65～75重量%の硫酸カルシウムアルファ型半水化物、
20～25重量%のポルトランドセメント、
0.75～1.25重量%の石灰、
10～15重量%のシリカフューム活性ポゾラン、
 を備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項5】

前記水性混合物は、ドライベースで、7～12重量%の耐アルカリ性ガラス繊維を含み、
 前記水平剪断ダイヤフラムは、金属根太を備える軽量冷間圧延金属枠組上で支持されて

10

20

30

40

50

いる、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記充填材が、セラミック微小球と、選択的に、均一に分布したガラス微小球、約 10 ～ 350 ミクロン（マイクロメートル）の平均直径を有するフライアッシュセノスフィアから成る群から選択される少なくとも一つの部材とを備え、前記ガラス繊維は、約 5 ～ 25 ミクロン（マイクロメートル）、約 0.25 ～ 3 インチ（6.3 ～ 76 mm）の長さを有するモノフィラメントである、請求項 1 に記載の床システム。

【請求項 7】

前記水性混合物は、ドライベースで、
54 ～ 58 重量%の前記反応性粉体、
5 ～ 15 重量%の前記ガラス繊維、
33.8 ～ 36.1 重量%の前記軽量充填材であって、0.50 ～ 0.80 g/mL の微粒子密度を有するセラミック微小球、1.0 重量%までの前記ガラス微小球から成る前記軽量充填材、
任意の流動化剤、
を有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記パネルが、前記水性混合物の硬化から結果として生じる前記連続相を備えるコアを備え、更に、各々が反応性粉体の第 2 の水性混合物の前記硬化から結果として生じる第 2 の連続相を備えた少なくとも一つの外層を備え、前記第 2 の水性混合物は、ドライベースで、35 ～ 75 重量%の反応性粉体の混合物、

均一に分布するセラミック微小球を備えた 23 ～ 36.1 重量%の均一に分布する軽量充填材粒子、

5 ～ 20 重量%の均一に分布した耐アルカリ性ガラス繊維、
任意の流動化剤、
を備え、

反応性粉体の前記第 2 の混合物は、ドライベースで、35 ～ 75 重量%の硫酸カルシウムアルファ半水化物、20 ～ 55 重量%のポルトランドセメント、0.2 ～ 3.5 重量%の石灰、およびシリカヒュームを備える 5 ～ 25 重量%の活性ポゾランを備え、前記第 2 の連続相は、耐アルカリガラス繊維によって均一に強化され、前記軽量充填材粒子は、セラミック微小球を備え、前記セラミック微小球は、0.02 ～ 1.00 の微粒子比重および約 10 ～ 500 ミクロン（マイクロメートル）の平均微粒子サイズを有し、少なくとも一つの外層は、前記コアに対して相対的に削減された相密度を有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記外層が形成される前記第 2 の水性混合物は、それぞれドライベースで、
58 ～ 68 重量%の前記第 2 反応性粉体混合物、
6 ～ 17 重量%の前記ガラス繊維、
約 10 ～ 350 ミクロン（マイクロメートル）の平均直径を有する 1.0 重量%までのガラス微小球、およびセラミック微小球を含む 23 ～ 34 重量%の前記軽量充填材微粒子、

任意の流動化剤、
を備える、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記セラミック微小球は、50 ～ 250 ミクロンの平均粒子サイズを有し、更に、約 10 ～ 500 ミクロンの粒子サイズ範囲内にある平均粒子から成る群から選択された少なくとも一つの特徴を有し、

A STM D-1761-88、1988 年より有効（2000 年に再承認）に従って試験したとき、前記軽量冷間圧延金属枠組に前記 1/2 インチ（12.5 mm）厚みのパネルが締結される前記システムは、350 ～ 550 ポンドの乾燥した横方向のねじ抵抗を

10

20

30

40

50

有し、

前記ガラス繊維は、約 5～25 ミクロン（マイクロメートル）の直径、約 0.25～3 インチ（6.3～76 mm）の長さを有するモノフィラメントであり、

48 時間にわたって水に浸漬した後に $65 \text{ lb} / \text{ft}^3 \sim 95 \text{ lb} / \text{ft}^3$ （ $1041 \sim 1522 \text{ kg} / \text{m}^3$ ）の乾燥密度を有する前記パネルの曲げ強度が、2003 年に有効な ASTM C947-03 試験によって測定した状態で少なくとも 1650 psi （ 11.4 MPa ）であり、

前記システムは、1 直線フィート当たり 400～1000 ポンドの前記床隔壁の水平設計剪断容量を有する、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記セメント質パネルの厚さは、3/4 インチであり、前記 3/4 インチ（19 mm）厚さのセメント質パネルが、中心で 16 インチ（406.4 mm）のスパンにわたって、1988 年（1997 年に再承認）及び 1980 年 8 月 12 日に、それぞれ有効な ASTM M661-88 および APA S-1 試験方法に従って試験した場合に、静止荷重では 400 lb （ 1810 kg ）より大きい極限負荷容量を、衝撃荷重では 400 lb （ 182 kg ）より大きい極限負荷容量を、および 200 lb （ 90.9 kg ）の荷重の静止および衝撃荷重の両方では 0.125 インチ（3.175 mm）より小さい撓みを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

48 時間にわたって水に浸漬した後に $65 \text{ lb} / \text{ft}^3$ （ $1041 \text{ kg} / \text{m}^3$ ）～ $90 \text{ lb} / \text{ft}^3$ の乾燥密度を有するパネルの前記曲げ強度は、ASTM C947-03 試験（2003 年に有効）により測定されたとき、少なくとも 1650 psi である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記反応性粉体の前記混合物は、ドライベースで、
65～75 重量%の硫酸カルシウムアルファ型半水化物、
20～25 重量%のポルトランドセメント、
0.75～1.25 重量%の石灰、
10～15 重量%のシリカフェーム活性ポゾラン、
から成る、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記パネルは、3/4 インチ（19 mm）の厚さを備え、前記システムの前記水平剪断ダイヤフラム荷重負荷容量が、10 フィート×20 フィートの金属枠に締結した厚さ 3/4 インチのパネル上で 2 インチの水頭を 24 時間の期間にわたって維持する試験で水に曝露した場合、25%より多くは低下しない、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記パネルは、
ドライベースで、5～17 重量%のガラス繊維を備える前記連続相を備える芯層と、
それぞれが第 2 の水性混合物の硬化から結果として生じる第 2 の連続相を備える少なくとも一つの外層と、
を備え、

前記第 2 の水性混合物は、ドライベースで、
49～68 重量%の反応性粉体の第 2 の混合物、
セラミック微小球を備える 23～36.1 重量%の軽量充填材、
7～20 重量%の耐アルカリ性ガラス繊維および任意の流動化剤、
反応性粉体の前記第 2 混合物は、ドライベースで、
45～75 重量%の硫酸カルシウムアルファ型半水化物、
20～40 重量%のポルトランドセメント、
0.2～3.5 重量%の石灰、
5～25 重量%のシリカフェーム、

10

20

30

40

50

を備え、

前記第2の連続相は、前記内層に各々が対向した側部で、ガラス繊維で強化され、前記軽量充填材粒子を含み、前記軽量充填材粒子が、0.02～1.00の粒子比重、および約10～500ミクロン（マイクロメートル）の平均粒子サイズを有し、

前記少なくとも1つの外層は、前記内層より高いパーセンテージのガラス繊維を有する、請求項1に記載のシステム。

【請求項16】

前記システムは、指向性がなく、強度、負荷荷重特性を失うことなく、前記システムの前記パネルは、前記枠組の前記金属根太に対し平行または垂直の長い寸法で配置可能であり、破断せずに死荷重および活荷重を支持する前記システムの能力は、前記金属枠上の前記SCPパネルの向きにかかわらず同一である、請求項1に記載のシステム。

10

【請求項17】

前記軽量冷間圧延金属枠組は、波形金属シートを備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項18】

不燃性床システムを備えた建築構造を提供する方法であって、

前記建築構造の前記床システムとして不燃性床システムを作成するステップであって、前記作成するステップは、金属製枠組に支持された水平剪断ダイヤフラムを形成する工程を含み、前記システムは、

ねじ先より上方かつねじ山より下方にあり、ねじの軸から横方向に突き出た有翼ドリラーを備えた金属製ねじ固定具と、

20

前記金属製枠組と、

前記金属製枠組に前記金属製ねじ固定具により固定された前記水平剪断ダイヤフラムであって、

強化され、軽量で、寸法的に安定した構造のセメント質パネルを備え、

前記セメント質パネルは、立方フィート当たり65～90ポンドの密度を有し、前記金属製枠組に固定されるとき剪断荷重に耐えることができ、かつドライベースで

49～68重量%の反応性粉体混合物、

23～36.1重量%の均一に分布された軽量充填材粒子、および

5～20重量%の均一に分布された耐アルカリガラス繊維、

任意の流動化剤、

30

を含む水性混合物の硬化から結果として生じる連続相を備え、

前記連続相は、ガラス繊維で均一に強化され、軽量充填材粒子を均一に含み、前記軽量充填材粒子は、各々がドライベースで、セラミック微小球と、選択的に少なくとも一つの、ガラス微小球、フライアッシュセノスフィアまたはパーライトから成る群から選択された部材とを備え、前記軽量充填材粒子は、0.02～1.00 g/mlの粒子密度を有し、約10～500ミクロン（マイクロメートル）の平均粒子サイズを有し、反応性粉体の混合物は、ドライベースで、

45～75重量%の硫酸カルシウムアルファ型半水化物、

20～40重量%のポルトランドセメント、

0.2～3.5重量%の石灰、

40

シリカフェームを備える5～25重量%の活性ポゾラン、

を備え、

前記床システムは、1直線フィート当たり300～1000ポンドの前記床剪断ダイヤフラムの水平設計剪断容量を有し、

前記枠組は、金属根太を備え、

前記形成する工程は、

前記金属製枠組の金属根太に前記パネルを配置すること、

前記金属根太に前記構造のセメント質パネルを取り付けること、

を備え、

前記セメント質パネルが約0.25～1.5インチの厚さを有する、前記方法。

50

【請求項 19】

前記水平剪断ダイヤフラムに対向した前記枠組の前記側部にタイプXの火災等級石膏壁板の層を取り付け、第2の水平ダイヤフラムを形成するステップを備える、請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

前記パネルは、1/2インチ(12.5mm)の厚さを有し、前記軽量冷間圧延金属枠組に1/2インチ(12.5mm)厚さのパネルが固定された前記システムは、1988年(2000年に再承認)に有効なASTM D-1761-88に従って試験したときに350~550ポンドの乾燥した横方向のねじ抵抗を有する、請求項1に記載のシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

本発明は一般に居住用および商業用構築物での、本明細書ではSCPパネルと呼ぶ、金属枠組および軽量構造用セメント質パネルを備える床張りシステムに関する。より詳細には、本発明は金属枠床張りシステムに機械的にまたは接着剤で固定されるパネルを有する不燃床張りシステムに関する。このパネルは耐剪断性ダイヤフラムおよび軸方向荷重担持床要素を提供する。このシステムは、鋼枠組と共に使用されるとき以下の有利な性能属性、すなわち不燃性、耐水性、耐黴性、高比強度および高比剛性、組立速度をもたらす無駄のない建物設計、減少する建物重量に起因する減少する基礎サイズ、および所与の建物占有面積に対する使用可能な建物容積比率の増大を提供する。

20

【発明の背景】

【0002】

屋内居住用および軽量商業用床張りシステムは通常、木製枠に釘打ちされる合板またはOSB(oriented strand board)を含む。OSBは互いに接着される木材片から構成される。しかしながら、製材ならびに木製床および枠組構成部品を設置するのに要する労働コストは時と共に上昇してきている。木製床および枠組構成部品は、水害、火害、虫害および腐食も受け易い。木製床根太に特に関連するさらなる問題点には、安定性と品質が含まれる。

【0003】

30

典型的な床構築方法には、例えばコンクリートブロック、木材または金属スタッドから作ることができる支持壁の頂部に「ヘッダ(header)」部材(リム根太)を設置することが含まれる。木材枠構造では、このヘッダ部材は壁上の縁部で支持される木材梁を通常備える。一般に根太と呼ばれる別の木材梁部材は、ヘッダの間を壁から壁へ差し渡すのに使用され、通常釘によってヘッダに連結される。この根太は、床が対応しなければならない荷重特性に応じて、通常それらのそれぞれの中心間で8インチ(203mm)、16インチ(406mm)または24インチ(610mm)で互いに平行に配置される。次いで合板またはOSBなどのシーシング(sheathing)材料が、床表面を形成するために根太の上縁部に釘、ねじまたは他の機械的固定具を使用して固定される。この根太が振れるまたは横に移動するのを防止するために、多くの場合X字形の筋交いを根太の間に形成するように、ころび止め部片(blocking piece)として知られる木材の小さな部片が隣接する根太の間に一般に釘止めされる。断熱材が時には根太とシーシングの間に設置され、次いで乾式壁体、石膏ボード等が、床根太システムの下に配置される空間用の天井内張りを形成するように根太の底部に施工される。根太をそれらのそれぞれのヘッダに接続するとき、大工は最初に所望の根太間隔を定めるためにヘッダを測定し、ヘッダに印をつけなければならない。ヘッダが設置された後、根太は大工によってヘッダに適切に釘止めされなければならない。根太を設置しようとするヘッダの反対側に大工がアクセスする場合、釘はヘッダを貫通してそれぞれの根太の端部内に金槌で打ちつけられる。しかしながら、大工がヘッダの反対側にアクセスできない場合は、釘は根太を貫通して(一般的に「釘の斜め打ち(toe-nailing)」と呼ばれる)ある角度でヘッダ内に挿入しなければならない。不注意に根太

40

50

を割らないように、また、釘が根太を貫通しヘッダ内に十分な距離で延びるのを確実にするように注意をしなければならない。そのような取付け方法は時間が掛かる可能性があり、やはり構築コストの増加に繋がる可能性のある熟練した労働者の使用を必要とする可能性がある。釘の斜め打ちが構造的に受け入れられない場合は、やはり労力と材料コストを増加させる、根太ハンガー(joisthanger)と呼ばれる別の部片が加えられる。

【0004】

商業的空間ならびに居住構造体を増築するときの両方で、金属で枠組みすることは益々一般的になりつつある。おそらくは最も良く知られ、最も広く普及している金属での枠組方法には、通常薄鋼板から、時にはアルミニウムからロール成型される金属溝形材の使用が含まれる。商業用および居住用構造体を建てかつ強化するのにしばしば使用されるこれらの金属枠組部材またはスタッドは、広いウェブ（基部）と均一な高さの狭いフランジ（側部）を有する実質的にC字形断面を有する溝形材である。スタッドまたは枠組部材の強度および剛性を高めるために、C溝形材構成部品のフランジの縁部はC字形構成部品を形成するために、C溝形材基部の平面と平行なリップを形成するように折り曲げられる。

10

【0005】

金属枠組部材およびスタッドの外側寸法、および部材またはスタッドの重量またはゲージは変化する。通常、この部材は約4インチ（101.6mm）幅×2インチ（50.8mm）深さに作られ、それによって木材枠組およびスタッド部材の幅および深さに対応し、その場合、リップはスタッドの側部から1/4インチ（6.4mm）～1/2インチ（12.7mm）延びることができる。14～20ゲージの金属を、軽量の居住用構築物および商業用壁構築物用に使用することができる。より重い金属ゲージがいくつかの居住用および商業用枠組に、特に多層階商業用構築物に使用される。

20

【0006】

金属枠および壁スタッドを結合し、固定するための様々な方法が開発されてきている。最も基本的なレベルでは、金属スタッドは、トラック(track)の外側壁から、隣接する金属スタッド内に、穴あけ、ねじ込み、または溶接によって金属トラック内に挿入され、固定される。同様に例えば、タイブラケット(tiebracket)、シヤーコネクタ(shear connector)およびプレートコネクタ(plate connector)などの金属枠組部材を相互接続するための市販のデバイスは、トラックまたはスタッド部材の外側から内向きに施工されるねじおよびボルトを通常使用する。

30

【0007】

金属スタッドおよび枠組部材は、隣接するスタッドおよび枠組部材に、および／またはスタッドおよび枠組部材を強化するのに役立つ横木および他の非枠組部材に、これらのスタッドおよび枠組部材を相互接続するのを容易にするように意図されたソー(saw)またはパンチスロット(punch slot)、タブとブラケットを含むように改変されてきている。現在金属スタッドを共に結合しかつ相互接続するのに使用される、ブラケット、プレートおよびタイコネクタ(tieconnector)を含む既知の接続具は、一般に現場で穴あけされねじ込まれる。

【0008】

米国特許第6,799,407号は、金属枠組部材、トラックおよびスタッドを様々な接続具およびトラックによって相互接続するためのシステムを開示する。これらの接続具は枠組部材、トラックおよびスタッドの内部に嵌合し、それらと連結するように特に構成されかつ設計されている。この接続具は、接続具の内部から外向きに、部材、トラックまたはスタッドの非表面側内に施工される留め具によって、1つの部材、トラックまたはスタッドを別の部材、トラックまたはスタッドに固定する役目を果たす。このトラックは、内側から外に、外側から内にの両方から、3次元で施工される留め具を使用して他のトラックまたはスタッドと相互接続し、それにもかかわらずトラックおよびスタッドの表面側に留め具ヘッドまたは他の突起部がないままにするための、本発明の新規な接続具を使用するように特に構成されている。それは、薄鋼板またはアルミニウム製の従来形のC字形溝形状の枠組部材またはスタッドを使用する。このシステムによれば、このC字形溝部材

40

50

は、例えば壁スタッド、トラック、ヘッダ、隅棟(hip)、床根太、天井根太、屋根トラス、額縁板(fascia)、スタッドころび止め(stud blocking)、等などの商業用および居住用構築物用の多くのまたは全ての枠組構成部品を備える。これらの枠組部材またはスタッドは、周知のC字形溝型材枠組部材内で連結するように特に構成され溝切りされた、28個を超える構造的に関連する金属接続具の集まりによって互いに連結される。これらの接続具は、接続具の内部から接続具を貫通し隣接する部材またはスタッド内に外向きに挿入される留め具、通常はセルフタッピングねじを使用してスタッドに固定される。金属枠組部材、トラックおよびスタッドを相互接続するためのそのシステムは、同一寸法の部材またはスタッドを使用することができ、かつ結果として突起する留め具ヘッドのない、平滑な、連続する外表面を有する枠になる。このシステムは、留め具が部材の内部から外向きに施工される、金属枠組部材を相互接続するシステムを含み、これらの部材が建物の内部から専ら作業する作業者によって固定されるのが可能になる。これらの金属枠組部材、トラックおよびスタッドは、さらなる強度および耐久性のために少なくとも2次元で、しばしば3次元で相互接続される。動力ドリルまたはビットによって接続具が把持され回転する重大なリスクなしに、現場で安全にねじ止めし固定することができる、金属枠組部材およびスタッドを相互接続するためのそれらの接続具は、枠組部材、トラックおよびスタッドの内部で連結される。

10

【0009】

米国特許第5,687,538号明細書は、主たる平らな表面と直角の2つの平らな側壁とからなるC字形断面を有する構造枠組部材を開示する。この側壁は、基部に対して実質的に平行に形成される1つの内向きに方向転換されるリップを示す。金属枠組根太断面の耐力は、0.01インチ(0.025cm)の最小深さを有し、断面の合計長にわたる、主平表面の面に沿って連続する、頂部および底部側壁に垂直な長手方向防撓材(stiffener)を型押し(embossing)することによって増加する。これらの長手方向防撓材を、それだけには限らないが対角線の型押し防撓材と架橋させることによって、単純な剪断変形ではない軸方向変形によって荷重を担持する隣接する幾何学的形状の防撓材を介してウェブの剛性を増加させるように、長手方向弦間の一連の隣接する幾何学的形状が作り出されている。

20

【0010】

参照により本明細書で援用されるDaudetらによる米国特許第6,418,694号は、金属製の床根太および床ヘッダシステムを開示する。このシステムは、根太の根太リムに対する取付けを容易にするために内部に一体で形成される少なくとも1つの取付けタブを有する根太リムを含むことができる。この取付けタブ連結に所望の構造的完全性をもたらすために、取付けタブに隣接して強化リブを設けることが好ましい。このシステムは、ダクト、線、配管、等などの構成部品が開口部を貫通することを可能にする複数の楕円形の開口部を有するC字形根太も含むことができる。この根太には、それぞれの根太の間で断熱材を支持するためのワイヤ保持部材を収容するようになされた複数の取付け穴を設けることもできる。このシステムは、隣接する根太間を延びるようなサイズにされ、根太に対する横方向支持をもたらすように隣接する根太に取り付けられる事前成型されたころび止め部材(blocking member)も含むことができる。

30

40

【0011】

冷間成型された、軽量鋼のC字形根太または鋼のオープンウェブバー根太(open webbar joist)上に合板またはOSBを配置することも知られている。しかしながら、合板およびOSBは可燃性である。

【0012】

参照により本明細書でその全体を援用するTonyanらによる米国特許第6,620,487号は、枠組に固定されるとき、合板またはOSBパネルによって供給される剪断荷重と同一のまたはそれを超える剪断荷重に耐えることが可能な、強化された、軽量な、寸法的に安定な構造用セメントパネル(SCP)を開示する。このパネルは、硫酸カルシウムアルファ半水化物(calcium sulfate alpha hemihydrate)、水硬性セメント、活性ボ

50

ゾラン(pozzolan)および石灰の水性混合物の硬化から結果として得られる連続相のコアを使用し、この連続相は耐アルカリ性のガラス繊維によって強化され、かつセラミックの微小球、またはセラミックおよびポリマーの微小球の混合物を含み、または $0.6/1 \sim 0.7/1$ の水：反応性粉体の重量比を有する水性混合物から形成され、またはそれらの組合せから形成される。このパネルの少なくとも1つの外表面は、ガラス繊維によって強化され、かつ釘打ち性(nailability)を改善するために十分なポリマー微小球を含む、またはポリマー微小球と同様な効果をもたらすように水：反応性粉体比を有して作られる、またはそれらの組合せからなる硬化された連続相を含むことができる。

【0013】

参照により本明細書でその全体を援用する Bonen による米国特許第 6, 241, 815 号は、SCP パネルに有用な配合も開示する。

10

【0014】

参照により本明細書で援用する米国特許出願第 10/666, 294 号は、構造用セメント質パネル (SCP または SCP パネル) 用の多層プロセス、およびそのようなプロセスによって製造される SCP を開示する。移動するウェブ上に大まかに分配された細断された繊維の最初の堆積またはスラリーの層の最初の堆積のうちの1つの後で、繊維がスラリー層上に堆積される。埋め込み装置がつい最近堆積された繊維をスラリー内に混合し、その後追加のスラリー、次いで細断された繊維が加えられ、さらなる埋め込みが続く。このプロセスは、所望に応じてボードの各層に対して繰り返される。

20

【0015】

構築物での使用に対して SCP パネルは、構造用合板シートに適用されるような ASTM E72、ASTM 661、および ASTM C1185 または同等規格などの認定試験によって測定されるような、剪断抵抗、荷重耐力、水誘発膨張および燃焼に対する抵抗性に対する建築法規格に合致しなければならない。SCP パネルは、不燃性に対して ASTM E-136 の下でも試験される。合板はこのテストに合致しない。

【0016】

この SCP パネルは、木材を切断するのに使用される丸のこで切断できるはずである。

【0017】

この SCP パネルは、水に曝されるとき寸法的に安定であるはずである、すなわち、それはできるだけ少なく、ASTM C1185 によって測定されるとき好ましくは 0.1 % より少なくしか膨張しないはずである。

30

【0018】

この SCP パネルは、外部仕上げシステムに対して接着可能な基板をもたらすはずである。

【0019】

この SCP パネルは、ASTM E136 によって決められたように不燃性であるはずである。

【0020】

28日にわたり硬化させた後、 $65 \sim 90 \text{ lb/ft}^3$ (1041 kg/m^3) のドライ密度を有する 0.75 インチ (19 mm) 厚さの SCP パネルの曲げ強度は、水中で 48 時間浸漬した後 ASTM C947 によって測定するとき、少なくとも 1000 psi (7 MPa)、例えば少なくとも 1300 psi (9 MPa)、好ましくは少なくとも 1650 psi (11.4 MPa)、より好ましくは少なくとも 1700 psi (11.7 MPa) であるはずである。このパネルはそのドライ強度の少なくとも 75 % を維持すべきである。

40

【0021】

より重い商業用構築物では、鋼の I ビームまたは鋼の根太、例えばオープンウェブバー根太を水平に横たえ、次いでパンを I ビームまたは根太の上に支持し、このパンをセメントで満たすことを含む「レベルパン(level pan)」技術によって床を形成することも一般的である。通常このパンは、波形の底部表面を有する。しかしながら、これは高価であり

50

時間が掛かる。

【0022】

経済的な、組立の簡単な、耐久性のあるかつ不燃性の全体的な枠組および床張りシステムが求められている。

【発明の概要】

【0023】

本発明は、金属枠および軽量SCPパネル床張りを含む、居住用および軽商業構築物用のシステムに関する。この床張りは無機結合剤と軽量充填材の混合物から製造される。SCPパネルとの金属枠の組合せを選択することによって、完全に不燃性の床張りシステムの相乗効果が達成される。軽量冷間圧延金属枠上の完全に不燃性の水平剪断ダイヤフラムによって、全ての要素がASTM E-136に合格するシステムが生じる。例えば、この床システムは、任意の標準の軽量C溝形鋼、U溝形鋼、Iビーム、角型チューブ、および床トラスまたはオープンウェブバー根太などの軽量プレハブ建物部品を使用する金属枠組に使用されるSCPパネルを含むことができる。

10

【0024】

本SCP水平床ダイヤフラムシステムは、オープンウェブバー根太、金属デッキと現場打ちコンクリート、または荷重支承壁上に上掛けスラブ(topping slab)を有するプレキャスト平割板の床システムより高い比剛性を有することができる。比剛性は、設計撓み要件を満足し、かつ特定のスパンおよび荷重条件に対する少なくとも1つの対応する強度要件を満足するための、ポンド／平方フィートでの床システムの単位重量として定義される。この定義での強度は、床への垂直および／または水平荷重に対する曲げ強度および／または剪断強度である。垂直荷重は、活および／または死荷重を含む。水平（横方向）荷重は、風および／または地震活動によって加えられる荷重を含む。

20

【0025】

例えば、 $((20 \text{ フィート} \times 12 \text{ インチ} / \text{フィート}) / 360) \text{ インチ}$ 、すなわち0.667インチ(16.9mm)より小さいと計算されるインチでの床撓みを有する平方フィート当り40ポンド($195 \text{ kg} / \text{m}^2$)の活および死荷重に耐えるように設計された、20フィート(610mm)スパンを含むシステムの比較を行うことができる。金属枠組根太の20フィート(610mm)スパン上に設置され、オープンバー根太、波形金属デッキおよびコンクリートスラブの床ダイヤフラムの20フィート(610mm)スパン床システムより低い単位重量を有する3/4インチ(19mm)厚さのSCPパネルの水平ダイヤフラムを有する本システムの一実施形態は、オープンバー根太、波形金属デッキおよびコンクリートスラブの床ダイヤフラムの床システムより高い比剛性を有することができる。

30

【0026】

本発明は、木製床システムより大きな比剛性も提供することができる。

【0027】

軽量冷間圧延金属枠上に水平剪断ダイヤフラムを有する本システムは、通常耐水性でもある。好ましくは、本発明のシステムの水平剪断ダイヤフラム荷重担持能力は、10フィート×20フィート(3.04m×6.08m)金属枠上に固定された3/4インチ(19mm)厚さのSCPパネル上に2インチ(50.8mm)の水頭の水が24時間にわたり維持される試験で水に曝されるとき、25%を超えて減少しない(より好ましくは20%を超えて減少しない)。この試験では、2インチ(50.8mm)水頭は、15分間隔で確かめられ、水を補充することによって維持される。

40

【0028】

好ましくは本発明のシステムは、10フィート×20フィート(3.04m×6.08m)金属枠上に固定された3/4インチ(19mm)厚さのSCPパネル上に2インチ(50.8mm)の水頭の水が24時間にわたり維持される試験で水に曝されるとき、平方フィート当り0.7ポンド($3.42 \text{ kg} / \text{m}^2$)を超える水を吸収しない。この試験では、2インチ(50.8mm)水頭は、15分間隔で確かめ、水を補充することによって

50

維持される。

【0029】

同様に、不燃性SCPパネルを金属枠組と組み合わせることによって、湿分に起因する膨潤に耐える全体システムに結果としてなる。好ましくは本発明のシステムでは、10フィート×20フィート(3.04m×6.08m)の金属枠に取り付けられる10フィート幅×20フィート長さ×3/4インチ厚さ(3.04m幅×6.08m長さ×18.4mm)のSCPパネルのダイヤフラムは、金属枠上に固定されたSCPパネル上に維持される2インチ(50.8mm)の水頭の水に24時間にわたり曝されるとき、5%より多くは膨潤しない。この試験では、2インチ(50.8mm)水頭は、15分間隔で確かめ、水を補充することによって維持される。

10

【0030】

同様に、金属枠上のSCPパネルの水平ダイヤフラムの本床システムは、耐微および耐微汚れ床システムに繋がる。本発明のシステムの全ての構成部品は、本システムがほぼ等級1を達成するASTM G-21に合致し、かつシステムがほぼ等級10を達成するASTM D-3273に合致することが好ましい。本発明のシステムは、清潔なとき実質的に細菌繁殖を全く支持しないことが好ましい。

【0031】

金属枠上のSCPパネルの水平ダイヤフラムの本床システムの別の好ましい属性は、好ましくはそれがシロアリにとって食用にならないことである。

【0032】

本発明のシステムは、単層または多層SCPパネルを使用することができる。多層SCPパネルでは、これらの層は同じであることも異なることもできる。例えば、このSCPパネルは連続相の1つの内層およびこの内層の各対向する側に少なくとも1つの連続相の外層を有することができ、この内層の各対向する側の少なくとも1つの外層は、内層より高いパーセントのガラス繊維を有する。これがこのパネルを剛性にし、強化しかつ強靱化する能力を有する。

20

【0033】

本発明システムの潜在的な利点は、それが軽量であり強いことに起因して、金属枠上の3/4インチ(19mm)厚さSCPパネルの水平ダイヤフラムの本床システムの組合せが、所与の建物設置面積に対する建物容積の最大化を可能にし、所与の建物設置面積に対する建物容積の効率的な使用を可能にすることである。したがって本システムは、床から天井までのより大きな高さを可能にし、または建物高さ制限を有する地域設定領域でより大きな数の階さえも可能にするように、より効率的な建物容積を可能にする可能性がある。

30

【0034】

このシステムの軽量な性質は、金属パンデッキ/コンクリート打ちシステムに伴う死荷重を通常回避する。死荷重がより少ないことによって、比較的低い支承能力を有する安定性のより小さい土壌上に同程度のサイズの構造物を建てることも可能になる。

【0035】

合板と対照的に、本システムは潜在的に無方向性であるという利点を潜在的に有する。換言すれば、本のシステムのパネルは、強度または荷重担持特性を失うことなく、枠の金属根太に対してそれらの長い寸法を平行にしてまたは垂直にして配置することができる。したがって、破断なしに死荷重および活荷重を支持するこのシステムの能力は、金属枠上のSCPパネルの向きに関わらず同じである。

40

【0036】

合板より優れた本システムの別の潜在的な利点は、本システムがより大きな圧縮強度を有することである。建物壁が床上にあるような多層階を有する建物に対して、この壁はより下の床に益々より大きな圧縮力を加える。すなわち、本システムのより大きな圧縮強度は、これらの圧縮力に耐えるのを助ける。

【0037】

50

さらに、石膏乾式壁体または他の音響減衰材料を加えることによって、SCP床によってもたらされる遮音性を改善することができる。これは特にIIC（衝撃音）を減少させる。加えるべき典型的な材料には、（底部から不燃性である床を作るための）床下葺パネル、（US Gypsum Corporation, Chicago, Illinoisから入手可能な）（不燃性の床を作るための）FIBEROCKブランドの内部パネル、（US Gypsum Corporation, Chicago, Illinoisから入手可能な）（不燃性の床を作るための）LEVELROCKブランドの床下葺、または（不燃性の床を作るための）吸音用プラスターが含まれる。吸音用天井内張りも床根太の下側に施工することができる。この天井内張りパネルは、弾性のある溝型材または懸架グリッドに取り付けることができる。

10

【0038】

ボードの厚さがその物理的および機械的特性、例えば、重量、荷重担持能力、ラッキング強度等に影響するので、所望の特性はボードの厚さに従って変化する。したがって、例えば、0.75インチ（19.1mm）の公称厚さを有する剪断定格(shear rated)パネルが合致すべき所望の特性は以下を含む。

【0039】

床用に使われるとき、芯々間隔で16インチ（406.4mm）のスパンにわたる典型的なパネルは、ASTM661およびアメリカ合板協会(American Plywood Association)（APA）試験方法S-1に従って試験されるとき、通常静止荷重の下で400ポンド（182kg）より大きな、例えば550ポンド（250kg）より大きな最大荷重能力を有し、衝撃荷重の下で400ポンド（182kg）より大きな最大荷重能力を有し、かつ200ポンド（90.9kg）荷重を伴う静止および衝撃の両荷重の下で、0.125インチ（3.2mm）より少ない、通常0.078インチ（1.98mm）より少ない撓みを有する。

20

【0040】

4フィート×8フィートの、3/4インチ厚さ（1.22×2.44m、19.1mm厚さ）のパネルは、通常156ポンド（71kg）以下の、かつ好ましくは144ポンド（65.5kg）以下の重量である。

【0041】

低密度、改善された曲げ強度、および釘打ち性／切断性の組合せを達成する本発明のパネルの実施形態用の典型的な成分は、パネルの合計厚さの全域にわたり分布される、選択されたガラス繊維、軽量充填材（例～中空ガラス微小球、中空セラミック微小球および／またはパーライト均一に）を有する無機結合剤（例～石膏セメント、ポルトランドセメントまたは他の水硬性セメント）、および流動化剤／高性能減水剤（例～ポリナフタリンスルホン酸塩(polynaphthalene sulphonate)、ポリアクリレート(poly acrylate)等）を含む。

30

【0042】

このパネルは、単層パネルまたは多層パネルであり得る。典型的なパネルは水と、選択されたガラス繊維、軽量セラミック微小球および流動化剤を混合物の全域にわたる有する無機結合剤との混合物から作られる。加速および遅延混和材、粘度制御添加剤などの他の添加物は、関与する製造プロセスの要求に合致するように混合物に任意選択で加えることができる。

40

【0043】

単層または多層のパネルは、所望の場合網目のシート、例えば、ガラス繊維網目なども備えることができる。

【0044】

（2以上の）多層を有する実施形態では、この層の成分は同じであることも異なることもできる。例えば、多層パネル構造体は、改善された釘打ち性および切断性を有する少なくとも1つの外層を含むように作り出すことができる。これは、パネルのコアに対して相対的により高い（以下で定義される）水：反応性粉体比を外層を作るのに使用することに

50

よってもたらされる。ポリマー含有量の少適用量と結合された表皮の小さな厚さは、不燃性試験に必ずしも不合格になることなく釘打ち性を改善することができる。勿論、ポリマー含有量の高い用量は、不燃性試験で製品の不合格に繋がる。

【0045】

このガラス繊維は単独で、または鋼ファイバなどの他の種類の不燃性繊維と組み合わせて使用することができる。

【0046】

前に論じたように、合板またはOSB床張りパネルでシーリングされた木材枠と交換するための、軽量、不燃性床張りシステムが求められている。「レベルパン」技術によって金属パンデッキに打たれたコンクリートによって構築される床張りシステムに対する軽量の経済的な交換品も求められている。

10

【0047】

このSCPパネルは、根太上に浮かせる、または根太に機械的にまたは接着剤で結合させることができる。SCPパネルを金属枠組に直接的にまたは間接的に結合させることは、金属枠組およびパネルがより大きな荷重を担持するように共に働くような合成作用を行う可能性がある。

【0048】

その方法の観点では本発明は、SCPパネルを金属床張り要素上に配置するステップを含む、本発明の不燃性床張りシステムを作る方法を含む。

【0049】

20

本発明は、寒中性能で思いもかけない利点を有する。従来のセメント質パネルは寒中で脆くなる可能性がある。したがって、寒中でそのようなパネルを設置することは、設置中構築作業による注意深い取扱いを必要とする。しかしながら、本システムでは、金属床張り要素に設置されつつあるSCPパネルは、周囲温度が32°F(0°C)より下のとき、または20°F(マイナス7.5°C)より下でさえ割れることなしに耐えることができることが好ましい。これは冬の厳しい気候での建て方を容易にし、したがって建設業者の生産性を増大させるので非常に重要な利点である。本SCPパネルは、これらの冷たい温度で設置中、通常の粗い取扱いに曝されることに耐えることができることが好ましい。例えば、これらの冷たい温度のところでSCPパネルを配置することは、パネルの少なくとも1つの端部が自由落下で少なくとも2フィート(0.61m)、通常少なくとも3フィート(0.91m)、例えば2～3フィートまたは3～6フィート(0.61～0.91m)または0.91～1.83m)割れることなしに落下するように、パネルを金属床張り要素、例えばトラスの上に落とすステップを含む可能性がある。例えば、これはパネルの一端が1つまたは複数の金属床張り要素上に配置され、次いで反対側の別の端部が1つまたは複数の金属床張り要素上に自由落下で落ちるように開放されるとき起きる。

30

【0050】

別の思いもかけない利点は、U字形溝形枠組上に、例えば3/4インチ(19mm)または1インチ(25.4mm)のSCPパネルを使用することによって、本発明がASTM E-119による2時間耐火等級を達成することである。

【発明の詳細な説明】

40

【0051】

この枠組は、床張りを支持するのに適した任意の金属、例えば鋼または亜鉛鍍金鋼の、枠組システムであることができる。典型的な枠組には、配管および電気配線がそこを貫通して通過するための開口部を内部に有するC字形根太と床周囲周りでC字形根太を支持するためのヘッダとが含まれる。

【0052】

典型的なC字形根太10を図1に示す。このC字形状の根太は、根太ウェブと根太ウェブから突起する上側根太脚と根太ウェブから突起する下側根太脚とを有する。通常はこの根太ウェブは、ユーティリティラインを貫通して通過させるための根太ウェブを貫通する1つまたは複数の開口部を有する。Daudetらによる米国特許第6,691,478号

50

は、適切な金属床張りシステムの一例を開示する。

【0053】

図2は、本発明のシステムで金属枠組と共に使用するための単層SCPパネル20の概略斜視図である。そのようなSCPパネルを製造するのに使用される主要な出発材料は、無機結合剤、例えば硫酸カルシウムアルファ半水化物、水硬性セメント、およびポズラン材料、例えば1つまたは複数のパーライト、セラミックの微小球、またはガラス微小球などの軽量充填材、ならびに流動化剤、例えばポリナフタリンスルホン酸塩および／またはポリアクリレート、水および任意選択の添加剤である。

【0054】

所望の場合、このパネルは図2に示すように単層を有することができる。しかしながらこのパネルは、どのように層が加えられ硬化されるか、ならびに層が同じ成分または異なる成分を有するか否か応じて、最終パネル製品内で相異なる層を保持する場合または保持しない場合もある、多層を加えるプロセスによって通常製造される。層22、24、26および28を有するパネル21の多層構造を図3に示す。この多層構造では、層の成分は同じである場合も異なる場合もある。層の通常の厚さは約1/32インチ～1.0インチ（約0.75mm～25.4mm）の間の範囲である。単に1つの外層が使用される場合は、それは通常全体パネル厚さの3/8より少ない。

【0055】

硫酸カルシウム半水化物

本発明のパネルに使用することができる硫酸カルシウム半水化物は、天然に発生する鉱物（硫酸カルシウム二水化物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）である石膏鉱石から製造される。別に示されていない限り、「石膏」は硫酸カルシウムの二水化物形態を指す。採掘された後、未処理の石膏は、無水である場合もある、ただしより一般的には半水化物 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ である、固化可能な硫酸カルシウムを形成するように熱的に処理される。周知の最終使用に対して、この固化可能な硫酸カルシウムは水と反応し、二水化物（石膏）を形成することによって凝固する。この半水化物は、アルファ半水化物およびベータ半水化物と名付けられた2つの存在の認められた形態を有する。それらは、様々な用途に対してそれらの物理的な特性およびコストに基づいて選択される。両方の形態とも水と反応して硫酸カルシウムの二水化を形成する。水化に際して、アルファ半水化物は石膏の長方形の側面を持った結晶を生じさせることによって特徴付けられ、他方ベータ半水化物は、水化によって通常大きな縦横比を有する石膏の針状結晶を生じることによって特徴付けられる。本発明では、所望の機械的性能に応じてアルファまたはベータ形態のいずれかまたは両方を使用することができる。ベータ半水化物は、より低い密度の微構造を形成し、低密度製品用に好ましい。アルファ半水化物は、ベータ半水化物によって形成されるものより高い強度および密度を有するより密度の高い微構造を形成する。したがって、強度および密度を増加させるためにアルファ半水化物はベータ半水化物に置換することができ、またはそれらは特性を調製するために組み合わせることができる。

【0056】

本発明のパネルを製造するのに使用される無機結合剤に対する典型的な実施形態は、ポルトランドセメント、高アルミナセメント、ポズラン混合ポルトランドセメント、またはそれらの混合物などの水硬性セメントを含む。

【0057】

本発明のパネルを製造するのに使用される無機結合剤に対する別の典型的な実施形態は、硫酸カルシウムアルファ半水化物、水硬性セメント、ポズラン、および石灰を含有する混合物を含む。

【0058】

水硬性セメント

ASTMは「水硬性セメント」は、水との化学的相互作用によって固化しかつ硬化し、水中でもそのようにすることができるセメントと定義する。構築および建築工業で 사용되는いくつかの種類の水硬性セメントが存在する。水硬性セメントの例には、ポルトラン

ドセメント、高炉スラグセメントなどのスラグセメントおよび高硫酸塩セメント(super-sulfated cement)、カルシウムサルフォアルミネートセメント(calcium sulfoaluminate cement)、高アルミナセメント、膨張セメント(expansive cement)、白色セメント(white cement)、および急速固化および硬化セメント(rapidsetting and hardening cement)が含まれる。硫酸カルシウム半水化物は水との化学的相互作用によって固化、硬化するが、それはこの発明の文脈での水硬性セメントの広い定義内に含まれない。前述の水硬性セメントの全ては、本発明のパネルを製造するのに使用することができる。

【0059】

密接に関連する水硬性セメントのうちの最もよくあるかつ広く使用される系統は、ポルトランドセメントとして知られている。ASTMは「ポルトランドセメント」を、本質的に水硬性ケイ酸カルシウム(hydraulic calcium silicates)からなり、相互研磨される(interground)添加物として1つまたは複数の硫酸カルシウムの形態物を通常含有するクリンカーを粉砕することによって製造される水硬性セメントとして定義する。ポルトランドセメントを製造するために、石灰石、アルガリシアスロック(argalliciousrock)および粘土の混和物がキルン内でクリンカーを生じさせるように点火され、クリンカーは次いでさらに処理される。結果として、ポルトランドセメントの以下の4つの主な相、すなわち珪酸トリカルシウム(tricalciumsilicate) ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 C_3S とも呼ばれる)、珪酸ジカルシウム(dicalciumsilicate) ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 C_2S と呼ばれる)、アルミン酸トリカルシウム(tricalciumaluminate) ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、または C_3A) およびテトラカルシウムアルミノフェライト(tetracalciumaluminoferrite) ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ または C_4AF) が生じる。ポルトランドセメント内に少量存在する他の成分には、硫酸カルシウムおよびアルカリ性硫酸塩(alkalinesulfate)、カルシウム酸化物、およびマグネシウム酸化物の他の複塩(double salt)が含まれる。ポルトランドセメントの様々な認定された等級のうち、タイプI I Iポルトランドセメント(ASTM分類)が、その微粉度の故により大きな強度をもたらすことが見出されたので、本発明のパネルを製造するために好ましい。高炉スラグセメントなどのスラグセメントおよび高硫酸塩セメント、カルシウムサルフォアルミネートセメント、高アルミナセメント、膨張セメント、白色セメント、超速硬セメント(regulatedset cement)およびV H Eセメントなどの急速固化および硬化セメント、および他のポルトランドセメント種類を含む水硬性セメントの他の認定された等級も、本発明のパネルを製造するために首尾よく使用することができる。スラグセメントおよびカルシウムサルフォアルミネートセメントは低いアルカリ度を有し、本発明のパネルを製造するのにやはり適している。

【0060】

繊維

ガラス繊維は一般に断熱材料として使用されるが、それらは様々な基質と共に強化材料としても使用されてきている。この繊維はそれ自体、それがない場合脆性破壊に曝される可能性のある材料に引っ張り強度をもたらす。この繊維は荷重が掛かるとき破断する場合があるが、ガラス繊維を含有する複合材料の通常の破断形態は、繊維と連続相材料の間の接合部の劣化および破断から起きる。したがって、この強化繊維が延性を増加させ複合材料を強化する能力を長期にわたり保持すべき場合は、そのような結合部が重要である。ガラス繊維強化セメントは、時間が経過したとき強度を失うことが見出されており、それはセメントが硬化するとき生じる石灰によってガラスが浸食されることに帰されている。そのような浸食に打ち勝つための1つの可能性のある方法は、ガラス繊維をポリマー層などの保護層で覆うことである。一般にそのような保護層は石灰による浸食に耐える可能性があるが、本発明のパネルでは強度が低下することが見出されてきており、したがって保護層は好ましくない。石灰浸食を制限するためのより高価な方法は、日本電気硝子(Nippon Electric Glass)(NEG) 350Yなどの特殊な耐アルカリ性ガラス繊維(ARガラス繊維)を使用することである。そのような繊維はマトリックスに優れた接着強度をもたらすことが見出されてきており、したがって、本発明のパネル用に好ましい。このガラス繊維は、約5~25ミクロン(マイクロメートル)の、通常は約10~15ミクロン(マイ

クロメートル)の直径を有するモノフィラメント(monofilament)である。このフィラメントは、一般に100フィラメントのストランドに結合され、それらは約50ストランドを含む粗糸(roving)に束ねることができる。このストランドまたは粗糸は、例えば約0.25~3インチ(6.3~76mm)、通常1~2インチ(25~50mm)長さの、適当なフィラメントおよびフィラメントの束に切り刻まれる。

【0061】

本発明のパネルに他の不燃性の繊維を含めることも可能であり、例えば鋼繊維も可能性のある添加物である。

【0062】

ポゾラン材料

述べてきたように、ほとんどのポルトランドセメントおよび他の水硬性セメントが水(硬化)中に石灰を生じさせる。ガラス繊維への浸食を減少させるためにこの石灰を反応させることが望ましい。硫酸カルシウム半水化物が存在するとき、それがセメント内のアルミン酸トリカルシウムと反応しエトリンサイト(ettringite)を形成し、それが結果として硬化製品の望ましくない亀裂となり得ることも知られている。これはしばしばこの分野では「硫酸塩浸食(sulfate attack)」と呼ばれる。そのような反応は「ポゾラン」材料を加えることによって防止できる可能性がある。このポゾラン材料は、ASTM C 618-97で「それ自体セメント質の価値をほとんどまたは全く有さないが、微細に分割された形態でかつ湿分の存在下で、常温でカルシウム水酸化物と化学的に反応し、セメント質の特性を有する化合物を形成する、シリカまたはシリカおよびアルミナ材料」として定義される。1つのしばしば使用されるポゾラン材料はシリカヒューム、シリコン金属とフェロシリコン合金製造の産出物である微細に分割された非晶質シリカである。特徴的に、それは高いシリコン含有量と低いアルミナ含有量を有する。軽石、パーライト、珪藻土、凝灰岩、トラス(trass)、メタカオリン(metakaolin)、マイクロシリカ(microsilica)、粉化粒化された高炉スラグ、およびフライアッシュを含む、様々な天然のおよび人工の材料がポゾラン特性を有するとして言及されてきている。シリカヒュームが本発明のパネルに使用するのに特に便利なポゾランであるが、他のポゾラン材料も使用することができる。シリカヒュームと対照的に、メタカオリン、粉化粒化された高炉スラグ、および粉砕されたフライアッシュは、ずっと少ないシリカ含有量と大量のアルミナを有するが、有効なポゾラン材料である可能性がある。シリカヒュームが使用されるとき、それは反応性粉体(すなわち、水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、シリカヒュームおよび石灰)の約5~20重量%、好ましくは10~15重量%を構成する。別のポゾランで置換される場合は、使用される量はシリカヒュームと同様な化学的性能をもたらすように選択される。

【0063】

軽量充填材／微小球

本発明のシステムで使用される軽量パネルは通常65~90ポンド／立方フィート(1040 kg/m³~1440 kg/m³)、好ましくは65~85ポンド／立方フィート(1040 kg/m³~1360 kg/m³)、より好ましくは72~80ポンド／立方フィート(1152 kg/m³~1280 kg/m³)の密度を有する。それにひきかえ、木材繊維なしの通常のポルトランドセメントベースのパネルは95~110 pcf(1520~1760 kg/m³)範囲の密度を有し、他方木材繊維を有するポルトランドセメントベースのパネルはSCP(約65~85 pcf(約1040~1360 kg/m³))とほぼ同じである。

【0064】

これらの低密度を達成するために、このパネルは軽量充填材微粒子を備える。そのような微粒子は通常約10~500ミクロン(マイクロメートル)の平均直径(平均微粒子サイズ)を有する。より典型的には、それらは50~250ミクロン(マイクロメートル)の平均粒直径(平均微粒子サイズ)を有し、および／または10~500ミクロンの粒直径(サイズ)範囲内に含まれる。それらは0.02~1.00の範囲内の粒密度(比重)

10

20

30

40

50

も通常有する。微小球または他の軽量充填材微粒子は本発明のパネルにおいて重要な目的を果たし、そうでなければこのパネルは建物パネル用に望ましいものより重くなる。軽量充填材として使用されるこの微小球は、製品の平均密度を低下させるのに役立つ。この微小球が中空であるとき、それらは時には微気球(microballoon)と呼ばれる。

【0065】

この微小球は、それ自体不燃性であるか、または可燃性の場合、このSCPパネルを可燃性にしないように十分に少量加えられる。本発明のパネルを製造するために使用される混合物内に含めるための典型的な軽量充填材は、セラミック微小球、ポリマー微小球、パーライト、ガラス微小球、および／またはフライアッシュセノスフェアからなる群から選択される。

10

【0066】

セラミック微小球は、様々な材料から、かつ異なる製造プロセスを使用して製造することができる。本発明のパネル内の充填材料成分として様々なセラミック微小球を使用することができるが、本発明の好ましいセラミック微小球は石炭燃焼の副産物として生じ、石炭燃焼設備で見られるフライアッシュ成分、例えばKish Company Inc., Mentor, Ohioによって製造されるEXTENDOSPHERES-SGまたはTrelleborg Fillite Inc., Norcross, Georgia USAによって製造されるFILLITE (登録商標) ブランドのセラミック微小球である。本発明の好ましいセラミック微小球の化学的性質は、35重量%までの他の材料を含む主として約50~75重量%の範囲内のシリカ(SiO_2)および約15~40重量%の範囲内のアルミナ(Al_2O_3)である。本発明の好ましいセラミック微小球は、10~500ミクロン(マイクロメートル)の範囲の直径、球径の通常約10%の殻厚さ、および好ましくは約0.50~0.80 g/mLの微粒子密度を有する中空球形微粒子である。本発明の好ましいセラミック微小球の破碎強度は、1500 psi (10.3 MPa) より大きく、好ましくは2500 psi (17.2 MPa) より大きい。

20

【0067】

本発明のパネル内のセラミック微小球に対する優先度は、主としてそれらがほとんどの人工ガラス微小球より約3~10倍強いことに起因する。さらに、本発明の好ましいセラミック微小球は、熱的に安定であり本発明のパネルに高められた寸法安定性をもたらす。セラミック微小球は、接着剤、封止剤、コーキング剤、屋根葺き化合物、PVC床張り材、ペンキ、工業用被覆材、および耐高温プラスチック複合材料などの数々の他の用途での使用を見出している。微小球が中空かつ球形であることは好ましいが、本発明のパネルに軽量かつ重要な物理的特性をもたらすのは微粒子の密度および圧縮強度であるので、微小球が中空かつ球形であることは不可欠ではないことは理解されるべきである。別法として、結果としてできるパネルが所望の性能に合致する場合は、多孔質の不揃いの微粒子に代替することができる。

30

【0068】

存在する場合は、ポリマー微小球は通常、ポリアクリロニトリル、ポリメタアクリロニトリル、ポリビニルクロライド、またはポリビニリデンクロライド、またはそれらの混合物などのポリマー材料から製造される殻を有する中空球である。この殻は、製造中にポリマー殻を膨張させるために使用されるガスを同封することができる。ポリマー微小球の外側表面は、炭酸カルシウム、酸化チタン、マイカ、シリカ、およびタルクなどの、いくつかの種類の不活性被覆を有することができる。このポリマー微小球は、好ましくは約0.02~0.15 g/mLの微粒子密度を有し、かつ10~350ミクロン(マイクロメートル)の範囲内の直径を有する。ポリマー微小球の存在は、低いパネル密度および高められた切断性および釘打ち性の同時達成を促進する可能性がある。

40

【0069】

他の軽量充填材、例えばガラス微小球、パーライトまたはフライアッシュ由来の中空アルミナシリケートセノスフェアまたは微小球も、本発明のパネルを製造するのに使用されるセラミック微小球と組み合わせて、またはその代わりに混合物内に含めるのに適してい

50

る。

【0070】

このガラス微小球は通常、耐アルカリガラス材料から製造され、中空であることができる。典型的なガラス微小球は、GYPTTEK INC., Suite 135, 16 Midlake Blvd SE, Calgary, AB, T2X2X7, CANADAから入手可能である。

【0071】

本発明の第1の実施形態では、パネルの合計厚さの全域にわたりセラミック微小球のみ使用される。このパネルは通常、パネルの厚さの全域にわたり均一に分布された約35〜42重量%のセラミック微小球を含む。

10

【0072】

本発明の第2の実施形態では、パネルの全厚さの全域にわたる軽量セラミックおよびガラス微小球の混合物が使用される。本発明の第2の実施形態のパネル内のガラス微小球の容積割合は通常、ドライ含有物の合計容積の0〜15%の範囲にある。ここで成分のドライ含有物は、反応性粉体（反応性粉体の例：水硬性セメントのみ；水硬性セメントとポゾランの混合物；または水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾランおよび石灰の混合物）、セラミック微小球、ポリマー微小球および耐アルカリガラス繊維である。典型的な水性混合物は、0.3/1より大きく0.7/1までの水：反応性粉体の比を有する。

【0073】

20

図4は、C字形根太金属枠組10がヘッダ（図示せず）上に支持される、C字形根太金属枠組10上に支持される本発明の典型的な本実(tongue-and-groove)SCPパネル20の部分斜視図である。

【0074】

図5A〜5Cは、3/4インチ（19.1mm）厚さのSCPパネル20に使用される本実の典型的な設計および寸法を示す。

【0075】

SCPパネルおよび金属枠システム

図4および6は、C字形根太金属枠組10上に支持される単層SCPパネル20の斜視図である。例示の目的で、SCPパネルをC字形根太に取り付けるために留め具（図示せず）を使用することができる。実際には、床はC字形根太に機械的にまたは接着剤で取り付けることができ、またはC字形根太に取り付けない（すなわち浮かしている）こともできる。通常、このC字形根太枠組はヘッダまたはリムトラック（図示せず）上に支持される。

30

【0076】

図7Aは、本発明の不燃性床張りシステムで波形シート110上に支持される本発明のSCPパネル116の斜視図である。図7Aで数字101は、根太（図示せず）によって下から支持され、SCPパネル116のダイヤフラム106に機械的留め具104によって上から固定された波形シート102を備える複合床張りデッキアセンブリを全体的に示す。波形シート102は通常、直線の、平行な、規則的なかつ等しく曲がったリッジおよびくぼみをもたらし、結合部部分112によって連結された実質的に等しい長さの平らな部分108および110を有する。この形態は、（図7Bを見れば分かるように）中立軸114の上方および下方に波形シートの表面面積の実質的に等しい分布を有する。任意選択でこのパネル116は、移動および集中荷重の下での継ぎ部移動を最小限にするために、床張り基板パネル116の連続した連結をもたらすようにその両縁部に形成される雄実(tongue)118および雌実(groove)120を有する。

40

【0077】

図7Aの実施形態は、Steel Deck Institute (SDI)によって供給される鋼の特性を使用して設計された、鋼根太およびガーダーの上に施工される波鋼板デッキ張りのシステムを使用する設計を含む。DIETRICH RC DELUXE

50

溝型鋼上に搭載される石膏乾式壁などの天井内張り（図示せず）を根太の底部または天井タイルに取り付け、グリッドを根太から吊るすことができる。代替案は、鋼の底表面を吹きつけファイバまたは耐火材料で覆うことである。この鋼デッキ張りを支持する鋼根太は、このシステムを支持できる任意の根太であり得る。典型的な鋼根太は、波形鋼デッキシステム、またはTRADE READYブランド根太としてDietrichによって売られているものなどの特許システムに使用するための、SSMA (Steel Stud Manufacturer's Association) によって概説されるものを含むことができる。24インチ(61cm)の根太間隔が一般的である。しかしながら、根太間のスパンはこれより大きくも、または小さくもすることができる。C字形根太またはオープンウェブ根太が通常である。

10

【0078】

図7Aに示す本発明の特定の実施形態では、SCPパネル116は広いリブ開口部122上に構造的ブリッジを作り出すのに十分な強度を有する。図7Aに示すように、ねじヘッド142を有する間隔の開いたねじ104が、デッキの水平および垂直の平面的な撓みに対する抵抗力を増加させるために、間隔の開いた根太（図示せず）間のスパンの長さおよび幅の全域にわたり、ねじ104のそれぞれの対の間に全体的に三角形の形状の水平に配設されたトラス（例えば、図7Bに水平線として示されるトラス T_h および図7Bに示される一連の垂直に配設されるトラス T_v ）を形成するように配向される。

【0079】

図7Bは、本発明の不燃性床張りシステムでSCPパネル116が断熱材料上に固定された、波形シート上に支持された本発明のSCPパネル116の断面図である。図7Bに示す本発明の形態では、ダイヤフラム106は断熱材料130のシートの上に配置されたSCPパネル116を備える。このダイヤフラム106は、拡大されたヘッド142を伴う上側部分144を有するねじ切りされたねじ104によって、波形シート102の上側リッジ部分108に固定される。断熱材料のシート130は、不燃の発泡ポリスチレンまたは他の適切な断熱材料を通常備える。例えば、ポリウレタン、ガラス繊維、コルク等などの他の断熱材料をポリスチレンと組み合わせて、またはポリスチレンの代りに使用することができる。

20

【0080】

所望の場合、SCPパネルを波形シート102の平らな部分108（図7B）に取り付けるために、またはSCPパネルを他の金属枠組部材例えば根太に取り付けるために、ねじの代わりにまたはねじに加えて、SCPパネルの片側に接着剤を現場で塗布し、または事前塗布し脱着可能なストリップで覆うことができる。

30

【0081】

図7Cは、平らな上側部分108を有する波形金属シート102上に配置され、機械的に（ねじ等で）または現場で塗布された、または現場から離れて事前塗布された接着剤で固定されたSCPパネル116を備える本発明の床の別の図を示す。

【0082】

図7Dは、少なくともいくつかの上側平らな部分108と係合するための位置のところでSCPパネル116に事前塗布された接着剤ストリップ145を有する、図7Cの床システムに使用できるSCPパネル116の一実施形態の側面図を示す。使用前は、接着剤ストリップ145は脱着可能なテープ147によって覆われている。この接着剤ストリップ145は、騒音伝達を減衰させる役目もすることができる。

40

【0083】

このSCPパネルは、えぐり道具(router)によって雄実および雌実を切削することによって成型中に、または使用前にパネルの縁部を成形することによって作ることができる。例えば、パネル77の雄実および雌実は、（インチでの寸法を有する）図5A～5C、（インチでの寸法を有する）図7Aまたは図14に示すように、テープを付けることができる。このテープは本発明のパネルの容易な設置をもたらす。このSCP床パネルは通常0.75～1インチ(19～25.4mm)厚さである。こ

50

のパネルの縁部の任意の対向する対は、対合する雄実および雌実構造を備えることができる。

【0084】

SCPパネルの配合

本発明の耐剪断性パネルを製造するのに使用される成分には、水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、シリカヒュームなどの活性ポゾラン、石灰、セラミック微小球、耐アルカリガラス繊維、流動化剤（例えばポリナフタリンスルホン酸のナトリウム塩）、および水が含まれる。通常、水硬性セメントと硫酸カルシウムアルファ半水化物の両方が存在する。この複合材料の長期間耐用性は、硫酸カルシウムアルファ半水化物がシリカヒュームと共に存在しない場合は危うくされる。水／湿分耐用性は、ポルトランドセメントが存在しないとき危うくされる。少量の加速剤または遅延剤を、生地（すなわち硬化されていない）材料の固化特性を制御するために加えることができる。典型的な非限定の添加剤には、塩化カルシウムなどの水硬性セメント用の加速剤、石膏などの硫酸カルシウムアルファ半水化物用の加速剤、DTPA（ジエチレントリアミンペンタセテック酸(diethylene triamine pentacetic acid))、酒石酸または酒石酸のアルカリ塩（例えば酒石酸カリウム）などの遅延剤、グリコールなどの収縮低減剤、および混入空気が含まれる。

10

【0085】

本発明のパネルは、耐アルカリガラス繊維と軽量充填材、例えば微小球が均一に分布された連続相を含む。この連続相は、好ましくは流動化剤および／または他の添加剤を含む、反応性粉体（すなわち水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾラン、および石灰の混合物）の水性混合物の硬化から結果として得られる。

20

【0086】

ドライ重量に基づく反応性粉体（無機結合剤）、例えば水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾランおよび石灰の本発明の実施形態の典型的な重量割合を表1に示す。表1Aは本発明の成分中の反応性粉体、軽量充填材、およびガラス繊維の典型的な範囲を記載する。

表1

反応性粉体	重量割合(%)	
	広い	典型的
水硬性セメント	20-55	25-40
硫酸カルシウムアルファ半水化物	35-75	45-65
ポゾラン	5-25	10-15
石灰	3.5までまたは0.2から 3.5	0.75-1.25

30

表1A

SCP成分(ドライベース)	典型的な重量割合(%)	典型的な重量割合(%)
反応性粉体	35-70	35-68
軽量充填材	20-50	23-49
ガラス繊維	5-20	5-17

40

【0087】

石灰は本発明の全ての配合で必要とはされないが、石灰を加えることは優れたパネルをもたらすことが見出されてきており、通常約0.2重量%より大きな量を加えられる。したがって、ほとんどの場合で、反応性粉体中の石灰の量は約0.2～3.5重量%である。

【0088】

本発明で使用するためのSCP材料の第1の実施形態では、成分のドライ含有物は反応性粉体（すなわち、水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾランおよび石灰の混合物）、セラミック微小球および耐アルカリガラス繊維であり、成分のウェット

50

含有物は水および流動化剤である。ドライ含有物およびウエット含有物は結合し、本発明のパネルを作り出す。セラミック微小球はパネルの合計厚さの全域にわたり均一に分布される。ドライ含有物の合計重量のうち、本発明のパネルは、約49～56重量%の反応性粉体、35～42重量%のセラミック微小球および7～12重量%の耐アルカリ性ガラス繊維から形成される。広い範囲では、本発明のパネルは合計ドライ含有物のうちの35～58重量%の反応性粉体、34～49重量%の軽量充填材、例えばセラミック微小球、および6～17重量%の耐アルカリガラス繊維から形成される。このドライ含有物に加えられる水および流動化剤の量は、任意の特定の製造プロセスに対し処理のための考慮事項を満足させるのに必要とされる所望のスラリー流動性をもたらしのに十分な量である。水に対する典型的な添加割合は反応性粉体の重量の35～60%の間の範囲であり、流動化剤に対する典型的な添加割合は反応性粉体の重量の1～8%の間の範囲である。

10

【0089】

このガラス繊維は約5～25ミクロン（マイクロメートル）、好ましくは約10～15ミクロン（マイクロメートル）の直径を有するモノフィラメントである。このモノフィラメントは、一般に100フィラメントのストランドに結合され、それらは約50ストランドの粗糸に束ねることができる。ガラス繊維の長さは通常約0.25～1または2インチ（6.3～25または50mm）あるいは約1～2インチ（25～50mm）かつ広く約0.25～3インチ（6.3～76mm）である。この繊維はランダムな方向を有し、パネルの平面内で等方性の機械的挙動をもたらす。

【0090】

20

本発明で使用するのに適したSCP材料の第2の実施形態は、パネルの合計厚さの全域にわたり均等に分布するセラミックおよびガラス微小球の混合物を含む。したがって、この成分のドライ含有物は反応性粉体（水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾランおよび石灰）、セラミック微小球、ガラス微小球および耐アルカリガラス繊維であり、この成分のウエット含有物は水および流動化剤である。ドライ含有物およびウエット含有物は結合し、本発明のパネルを生じさせる。パネル内のガラス微小球の容積割合は通常、ドライ含有物の合計容積の7～15%の範囲である。ドライ含有物の合計重量のうちで、本発明のパネルは、約54～65重量%の反応性粉体、25～35重量%のセラミック微小球、0.5～0.8重量%のガラス微小球および6～10重量%の耐アルカリ性ガラス繊維から形成される。広い範囲では本発明のパネルは、合計ドライ含有物に基づく、42～68重量%の反応性粉体、23～43重量%の軽量充填材、例えばセラミック微小球、0.2～1.0重量%のガラス微小球、および5～15重量%の耐アルカリガラス繊維から形成される。このドライ含有物に加えられる水および流動化剤の量は、任意の特定の製造プロセスに対する処理考慮事項を満足させるのに必要とされる所望のスラリー流動性をもたらしように調整される。水に対する典型的な添加割合は反応性粉体の重量の35～70%の間の範囲であるが、パネル密度を低下させ切断性を改善するための水：反応性粉体の比率が所望されるときは、60%より大きく70%（0.6/1～0.7/1の水：反応性粉体の重量比率）まで、好ましくは65%～75%とすることができる。流動化剤の量は反応性粉体の重量の1～8%の間の範囲である。このガラス繊維は約5～25ミクロン（マイクロメートル）、好ましくは約10～15ミクロン（マイクロメートル）の直径を有するモノフィラメントである。それらは通常上記で論じたようにストランドおよび粗糸に束ねられる。ガラス繊維の長さは通常約1～2インチ（25～50mm）および広く約0.25～3インチ（6.3～76mm）である。この繊維はランダムな方向を有し、パネルの平面内で等方性の機械的挙動をもたらす。

30

40

【0091】

本発明で使用するのに適したSCP材料の第3の実施形態は、外層が改善された釘打ち性（固定能力）／切断性を有する、パネル内に作り出される多層構造を含む。これは、外層内で水：セメント比率を増大させること、および／または充填材の量を変更すること、および／またはパネルが不燃性のままであるようにポリマー微小球の十分に少ない量を加えることによって達成される。パネルのコアは、層厚さの全域にわたり均一に分布されたセ

50

ラミック微小球、または別法として、セラミック微小球、ガラス微小球および／またはフライアッシュセノスフィアのうちの1つまたは複数の混合物を通常含む。

【0092】

この第3の実施形態のコア層のドライ含有物は、反応性粉体（通常水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾランおよび石灰）、軽量充填材微粒子（通常セラミック微小球単独、またはセラミック微小球、ガラス微小球およびフライアッシュセノスフィアの内の1つまたは複数などの微小球）、および耐アルカリガラス繊維であり、コア層のウェット含有物は水および流動化剤である。ドライ含有物およびウェット含有物は結合し、本発明のパネルのコア層を生じさせる。ドライ含有物の合計重量のうちで、本発明のパネルのコアは、好ましくは約49～56重量%の反応性粉体、35～42重量%の中空セラミック微小球、7～12重量%の耐アルカリ性ガラス繊維から形成され、または別法として、約54～65重量%の反応性粉体、25～35重量%のセラミック微小球、0.5～0.8重量%のガラス微小球またはフライアッシュセノスフィア、および6～10重量%の耐アルカリ性ガラス繊維から形成される。広い範囲では、本発明のこの実施形態のパネルのコア層は通常、合計ドライ含有物に基づく、約35～58重量%の反応性粉体、34～49重量%の軽量充填材、例えばセラミック微小球、および6～17重量%の耐アルカリガラス繊維によって形成され、または別法として、約42～68重量%の反応性粉体、23～43重量%のセラミック微小球、1.0重量%までの、好ましくは0.2～1.0重量%の他の軽量充填材、例えばガラス微小球またはフライアッシュセノスフィア、および5～15重量%の耐アルカリガラス繊維によって形成される。このドライ含有物に加えられる水および流動化剤の量は、任意の特定の製造プロセスに対する処理考慮事項を満足させるのに必要とされる所望のスラリー流動性をもたらすように調整される。水に対する典型的な添加割合は反応性粉体の重量の35～70%の間の範囲であるが、パネル密度を低下させ釘打ち性を改善するための水：反応性粉体の比率が所望されるときは、60%より大きく70%までとすることができ、流動化剤に対する典型的な添加割合は反応性粉体の重量の1%～8%の間の範囲である。水：反応性粉体の比率が調整されるとき、スラリー成分は本発明のパネルに所望の特性をもたらすように調整される。

【0093】

一般にSCPパネルを可燃性にする可能性のあるポリマー微小球およびポリマー充填材は存在しない。

【0094】

この第3の実施形態の外層のドライ含有物は、反応性粉体（通常、水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾランおよび石灰）、軽量充填材微粒子（通常、セラミック微小球単独、またはセラミック微小球、ガラス微小球およびフライアッシュセノスフィアのうちの1つまたは複数などの微小球）、および耐アルカリガラス繊維であり、外層のウェット含有物は水および流動化剤である。このドライ含有物およびウェット含有物は結合し、本発明のパネルの外層を作り出す。本発明のこの実施形態のパネルの外層では、水の量はパネルに良好な固定および切断能力をもたらすように選択される。ドライ含有物の合計重量のうちで、本発明のパネルの外層は、好ましくは約54～65重量%の反応性粉体、25～35重量%のセラミック微小球、0～0.8重量%のガラス微小球、および6～10重量%の耐アルカリ性ガラス繊維から形成される。広い範囲では本発明のパネルの外層は、合計ドライ含有物に基づく、約42～68重量%の反応性粉体、23～43重量%のセラミック微小球、1.0重量%までのガラス微小球（および／またはフライアッシュセノスフィア）、および5～15重量%の耐アルカリガラス繊維から形成される。このドライ含有物に加えられる水および流動化剤の量は、任意の特定の製造プロセスに対し処理考慮事項を満足させるのに必要とされる所望のスラリー流動性をもたらすように調整される。水に対する典型的な添加割合は、反応性粉体の重量の35～70%の間の範囲、パネル密度を低下させ釘打ち性を改善するために水：反応性粉体の比率が調整されるときは、60%より大きく70%までの範囲であり、流動化剤に対する典型的な添加割合は反応性粉体の重量の1%～8%の間の範囲である。この外層の好ましい厚さは1/32～

4 / 3 2 インチ (0.8 ~ 3.2 mm) の範囲であり、ただ 1 つのみ使用されるときこの外層の厚さはパネルの合計厚さの 3 / 8 より少ない。

【0095】

本発明のこの実施形態のコアおよび外層の両方で、ガラス繊維は約 5 ~ 25 ミクロン (マイクロメートル)、好ましくは 10 ~ 15 ミクロン (マイクロメートル) の直径を有するモノフィラメントである。このモノフィラメントは、上記で論じたように通常ストランドおよび粗糸に束ねられる。この長さは通常約 1 ~ 2 インチ (25 ~ 50 mm) であり、広くは約 0.25 ~ 3 インチ (6.3 ~ 76 mm) である。この繊維の向きはランダムであり、パネルの面内に等方性の機械的挙動をもたらす。

【0096】

本発明で使用するための SCP 材料の第 4 の実施形態は、立方フィート当り 65 ~ 90 ポンド (1040 ~ 1440 kg / m³) の密度を有し、枠組に固定されるとき剪断荷重に耐える能力を有する多層パネルを提供し、かつこの多層パネルは、水性混合物の硬化から結果として生じる連続相のコア層であって、水性混合物の硬化から結果として生じる連続相は、ドライベースで 35 ~ 70 重量%の反応性粉体、20 ~ 50 重量%の軽量充填材、および 5 ~ 20 重量%のガラス繊維を含み、この連続相はガラス繊維によって強化されかつ軽量充填材微粒子を含み、この軽量充填材微粒子は 0.02 ~ 1.00 の微粒子比重と約 10 ~ 500 ミクロン (マイクロメートル) の平均微粒子サイズを有するコア層と、ドライベースで 35 ~ 70 重量%の反応性粉体、20 ~ 50 重量%の軽量充填材、および 5 ~ 20 重量%のガラス繊維を含む水性混合物の硬化から結果として生じるそれぞれ別の連続相の少なくとも 1 つの、内層の各々の対置する側の外層であって、この連続相はガラス繊維によって強化され、軽量充填材微粒子を含み、この軽量充填材微粒子は 0.02 ~ 1.00 の微粒子比重および約 10 ~ 500 ミクロン (マイクロメートル) の平均微粒子サイズを有する外層とを備え、前記少なくとも 1 つの外層は前記内層より高いパーセントのガラス繊維を有する。

【0097】

本発明のパネルの製造

反応性粉体、例えば水硬性セメント、硫酸カルシウム半水化物、ポゾラン、および石灰の混合物と軽量充填材、例えば微小球が、適切な混合器内でドライ状態で混合される。

【0098】

次いで、水、流動化材 (例えばポリナフタレンスルホン酸塩のナトリウム塩)、およびポゾラン (例えばシリカヒュームまたはメタカオリン) が別の混合器内で 1 ~ 5 分間混合される。所望の場合、遅延剤 (例えば、酒石酸カリウム) がこの段階でスラリーの固化特性を制御するために加えられる。ドライ含有物がウェット含有物を収容する混合器に加えられ、滑らかな均質なスラリーを形成するように 2 ~ 10 分混合される。

【0099】

次いでこのスラリーは、均一なスラリー混合物を得る目的で任意のいくつかの方法でガラス繊維と組み合わせられる。次いでセメント質パネルが、繊維を含むスラリーを所望の形状およびサイズの適切な鋳型内に注ぐことによって形成される。必要な場合、鋳型内での材料の良好な締め固めを得るために鋳型に振動が与えられる。このパネルは、適切なスクリードバー (screed bar) またはこてを使用して必要な表面仕上げ特性が与えられる。

【0100】

多層 SCP パネルを製造する多数の方法のうちの 1 つは以下の通りである。反応性粉体、例えば水硬性セメント、硫酸カルシウムアルファ半水化物、ポゾラン、および石灰の混合物と軽量充填材、例えば微小球が、適切な混合器内でドライ状態で混合される。次いで、水、流動化材 (例えばポリナフタレンスルホン酸塩のナトリウム塩)、およびポゾラン (例えばシリカヒュームまたはメタカオリン) が別の混合器内で 1 ~ 5 分間混合される。所望の場合、遅延剤 (例えば、酒石酸カリウム) がこの段階でスラリーの固化特性を制御するために加えられる。ドライ含有物がウェット含有物を収容する混合器に加えられ、滑らかな均質なスラリーを形成するように 2 ~ 10 分混合される。

【0101】

このスラリーは、均一な混合物を得る目的でいくつかの方法でガラス繊維と組み合わせることができる。このガラス繊維は通常、短い長さに細断された粗糸の形態である。好ましい実施形態では、このスラリーおよび細断されたガラス繊維はパネル鋳型内に同時に散布される。散布は、特別なパターンを有さず1/4〜1インチ(6.3〜25.4mm)の厚さを有する均一なパネル内に積み重なる、好ましくは約0.25インチ(6.3mm)厚さまでの薄い層を生じさせるように多数のパスで行われることが好ましい。例えば一適用では、3×5フィート(0.91×1.52m)パネルが長さおよび幅方向の6パスの散布によって製造された。各層が堆積されるとき、スラリーとガラス繊維が緊密な接触を達成するのを確実にするようにローラを使用することができる。ローラ掛けステップ後、これらの層はスクリードバーまたは他の適切な手段で平らにすることができる。通常は、スラリーをアトマイズするために圧縮空気が使用される。スラリーが散布ノズルから現われるとき、このスラリーは、散布ガンに搭載される細断機構によって粗糸から切断されているガラス繊維と混合する。スラリーとガラス繊維の均一な混合物は、上記で説明したようにパネル鋳型内に堆積される。

10

【0102】

所望の場合、枠組にパネルを取り付けるのに使用する留め具を容易に駆動させることができるように、パネルの外表面層はポリマー球を含むことができ、またはそうではない場合、ポリマー球から構成することができる。そのような層の好ましい厚さは、約1/32インチ〜4/32インチ(0.8〜3.2mm)である。上記で説明したパネルのコアが作られる同じ手順が、パネルの外層に適用するために使用することができる。

20

【0103】

スラリーとガラス繊維の混合物を堆積させる他の方法は、パネル製造技術に精通する技術者の心に浮かぶであろう。例えば、各パネルを作るためのバッチプロセスを使用するのではなく、材料が十分に固化した後所望のサイズのパネルに切断することができる連続シートを同様な方法で準備することができる。スラリーの容積に対する繊維のパーセントは通常、約0.5%〜3%の範囲内で、例えば1.5%に構成される。典型的なパネルは約1/4〜1-1/2インチ(6.3〜38.1mm)の厚さを有する。

【0104】

本発明のパネルを製造する別の方法は、参照により本明細書で援用する米国特許出願第10/666,294号に開示されるプロセスステップを使用することによる。参照により本明細書で援用する米国特許出願第10/666,294号は、移動するウェブ上に大まかに分配された、細断された繊維、またはスラリーの層の最初の堆積のうちの1つの後で、繊維がスラリー層の上に堆積されることを開示する。埋め込み装置が最近に堆積された繊維をスラリー内に押し固め、その後追加のスラリー層、次いで細断された繊維が加えられ、さらなる埋め込みが続く。このプロセスは、所望に応じてボードの各層に対して繰り返される。終了に際して、このボードはより均等に分布された繊維成分を有し、結果としてセメント質パネル用の従来の製造技術で教えられたような強化繊維の厚い敷物の必要なしに比較的強いパネルになる。

30

【0105】

より具体的には、米国特許出願第10/666,294号は、構造用セメント質パネルを製造するための多層プロセスを開示しており、そのプロセスは、(a)移動するウェブを準備するステップと、(b)ばらの繊維の第1の層を堆積させるステップと(c)ウェブ上に固化可能なスラリーの層を堆積させるステップと、(d)このスラリー上にばらの繊維の第2の層を堆積させるステップと、(e)繊維の第2の層をスラリー内に埋め込むステップと、(f)(c)からステップ(d)のスラリー堆積をパネル内に固化可能な繊維強化されたスラリー層の所望の数が得られるまで繰り返すステップとを含む。

40

【0106】

図21は、米国特許出願第10/666,294号のプロセスを実施するのに適した装置の線図的立面図である。次に図21を参照すると、構造用パネル製造ラインが線図的に

50

示され、全体的に 3 1 0 に示されている。この製造ライン 3 1 0 は、複数の脚 3 1 3 または他の支持部を有する支持枠または成形テーブル 3 1 2 を含む。この支持枠 3 1 2 上に、多孔質の表面も企図されているが、滑らかな水不浸透性の表面を有するエンドレスのゴムのようなコンベアベルトなどの、移動搬送体 3 1 4 が含まれる。この分野でよく知られているように、この支持枠 3 1 2 は、指示された脚 3 1 3 を含むことができる少なくとも 1 つのテーブル状のセグメントから作ることができる。この支持枠 3 1 2 は、枠の遠位端 3 1 8 のところに主駆動ロール 3 1 6、枠の近位端 3 2 2 のところにアイドラールロール 3 2 0 も含む。同様に、少なくとも 1 つのベルトトラッキングおよび／または緊張装置 3 2 4 を、所望の張力を維持しかつロール 3 1 6、3 2 0 上の搬送体 3 1 4 の位置決めをするために設けることが好ましい。

10

【0107】

同様に好ましい実施形態では、この分野で良く知られているように、搬送体を保護しおよび／またはそれを清潔に保つために固化前のスラリーを支持するように設計された支持材料のクラフト紙、剥離紙のウェブ 3 2 6 および／または他のウェブを設け、かつ搬送体 3 1 4 の上に置くことができる。しかしながら、本ライン 3 1 0 によって製造されるパネルが搬送体 3 1 4 の上で直接形成されることも企図している。後者の状況では、少なくとも 1 つのベルト洗浄ユニット 3 2 8 が設けられる。この搬送体 3 1 4 は、この分野で知られているように主駆動ロール 3 1 6 を駆動する、モータ、プーリ、ベルトまたはチェーンの組合せによって支持枠 3 1 2 に沿って移動させられる。搬送体 3 1 4 の速度が用途に適するように変更可能であることは企図している。

20

【0108】

図 2 1 の装置では、構造用セメント質パネル製造は、ウェブ 3 2 6 上に、ばらの細断された繊維 3 3 0 の層を堆積させること、またはスラリーの層を堆積させることのうちの 1 つによって開始される。スラリーの最初の堆積前に繊維 3 3 0 を堆積させる利点は、結果として得られるパネルの外側表面近くに繊維が埋め込まれることである。様々な繊維堆積および細断装置が本ライン 3 1 0 によって企図されているが、好ましいシステムは、ガラス繊維コードのいくつかの糸巻き 3 3 2 を保持する少なくとも 1 つのラック 3 3 1 を使用し、糸巻きの各々から繊維のコード 3 3 4 が、やはり細断器(chopper) 3 3 6 と呼ばれる細断ステーションまたは装置に供給される。

【0109】

30

この細断器 3 3 6 は、搬送体 3 1 4 の幅を横切って延び、アンビルロール 3 4 2 と近接して、接触して、回転関係で配設される半径方向に延びる刃 3 4 0 がロールから突起する、回転する刃付きロール 3 3 8 を含む。好ましい実施形態では、この刃付きロール 3 3 8 およびアンビルロール 3 4 2 は、その反対も企図されているが、刃付きロール 3 3 8 の回転がアンビルロール 3 4 2 も回転させるように相対的に近接する関係で配設される。同様に、アンビルロール 3 4 2 は、刃 3 4 0 がそれに押し付けてコード 3 3 4 をセグメントに細断する弾性の支持材料で覆われていることが好ましい。ロール 3 3 8 上の刃 3 4 0 の間隔が細断される繊維の長さを決める。図 2 1 を見れば分かるように、この細断器 3 3 6 は、生産ライン 3 1 0 の長さの生産的な使用を最大にするために、搬送体 3 1 4 上で、近接端 3 3 2 近くに配設される。繊維コード 3 3 4 が細断されるとき、この繊維 3 3 0 はばら

40

【0110】

次に、スラリー供給ステーション、またはスラリー供給器 3 4 4 がホッパー、ビン等などの遠隔混合場所 3 4 7 からスラリー 3 4 6 の供給を受け取る。このプロセスは、搬送体 3 1 4 上にスラリーの最初の堆積によって開始することができることも企図している。このスラリーは、可変量のポルトランドセメント、石膏、骨材、水、硬化促進剤(accelerator)、流動化剤(plasticizer)、発泡剤、充填材および／または他の含有物から構成され、かつ上記で説明し、かつ S C P パネルの製造のために参照により援用されている上記に記載された特許で説明したものであることが好ましい。これらの含有物の相対的な量は、上記のうちのいくつかの除去または他の追加も含め、使用に適するように変更することがで

50

きる。

【0111】

移動する搬送体314上にスラリー346の薄い層を均等に堆積させるスラリー供給器344の様々な構成が企図されているが、好ましいスラリー供給器344は、搬送機314の移動方向に対して横断して配設される主計量ロール348を含む。随伴またはバックアップロール350が、計量ロール348に対して、その間にロール間隙352を形成するように、近接して平行な、回転関係で配設される。好ましくはテフロン（登録商標）材料等などのこびりつかない材料の1対の側壁354が、ロール間隙352内に注ぎ込まれたスラリー346が供給器344の両側から外に逃げるのを防止する。

【0112】

この供給器344は、スラリー346の均一な、比較的薄い層を移動する搬送体314または搬送ウェブ326上に堆積させる。適切な層厚さは約0.05インチ～0.20インチ（1.27mm～5.08mm）の範囲である。しかしながら、本プロセスによって製造される好ましい構造用パネルでは4層が好ましく、かつ適切な建築用パネルはほぼ0.5インチ（12.7mm）であるので、とくに好ましいスラリー層厚さはほぼ0.125インチ（3.18mm）である。

【0113】

次に図21および22を参照すると、上記で説明したスラリー層厚さを達成するために、いくつかの機構がスラリー供給器344に設けられている。第1に、ウェブ326全体を横切ってスラリー346の均一な堆積を確実にするために、スラリーは、この分野でよく知られている種類の横方向に往復動するケーブル駆動の流体動力の分配器358に配置されるホース356を介して、供給器344に供給される。したがって、ホース356から流れるスラリーは、ロール348、350と側壁354によって画成された貯蔵部359を満たすように横方向に往復動する動作で供給器344内に注ぎ込まれる。したがって、計量ロール348の回転は、貯蔵器からスラリー346の一層を引き出す。

【0114】

次に、厚さ監視または厚さ制御ロール360が、供給貯蔵部357から主計量ロール348の外側表面362上に引き出されたスラリー346の厚さを調節するために、主計量ロール348の垂直中央線のわずかに上、および／またはわずかに下流側に配設される。この厚さ制御ロール360は、異なるかつ常に変化する粘度を有するスラリーの取扱いも可能にする。主計量ロール348は、搬送体314および搬送ウェブ326の移動方向と同じ移動方向「T」に駆動され、主計量ロール348、バックアップロール350および厚さ監視ロール360は全て同じ方向に回転可能に駆動され、それがそれぞれの移動する外側表面上でスラリーが早過ぎて固化する機会を最小限にする。外側表面362上のスラリー346が搬送ウェブ326に向かって移動するとき、主計量ロール348と搬送ウェブ326の間に配置される横切った剥ぎ取りワイヤ(stripping wire)364が、スラリー346が全て搬送ウェブ326上に堆積され、ロール間隙352および供給器貯蔵部359に向かって逆流を続けないことを確実にする。この剥ぎ取りワイヤ364も、主計量ロール348に早過ぎて固化したスラリーがないように維持し、スラリーの相対的に均一なカーテンを維持するのを助ける。

【0115】

細断器336と同一であることが好ましい第2の細断器ステーションまたは装置366は、第2の層の繊維368をスラリー346上に堆積させるために供給器344の下流に配設される。好ましい実施形態では、この細断器装置366は、細断器336に供給するのと同じラック331からコード334が供給される。しかしながら、用途に応じて各個々の細断器に別個のラック331を供給することも企図している。

【0116】

次に図21および23を参照すると、次に全体的に370で指示される埋め込み装置が、繊維368をスラリー346内に埋め込むために、スラリー346および生産ライン310の移動搬送体314と動作的な関係で配設される。限定ではなく、振動器、シープフ

10

20

30

40

50

ットローラ(sheep's foot rollers)等などの様々な埋め込み装置が企図されているが、好ましい実施形態では、この埋め込み装置 370 は、搬送ウェブ 326 の移動方向「T」に対して横切って、枠 312 上に搭載される少なくとも 1 対の全体的に平行な軸 372 を含む。各軸 372 は、小さな直径の円板 376 によって軸上で互いから軸方向に分離される複数の比較的大きな直径の円板 374 を装備する。

【0117】

SCP パネル製造中、この軸 372 および円板 374、376 は軸の長手方向軸の周りを共に回転する。この分野でよく知られているように、この軸 372 のうちの 1 つまたは両方に動力供給することができ、1 つのみ動力供給される場合は、もう 1 つも駆動ロールに対して対応する方向および速度を維持するように、ベルト、チェイン、ギア駆動または他の既知の動力伝達技術によって駆動することができる。隣接する、好ましくは平行な軸 372 のそれぞれの円板 374、376 は、以前にスラリー上に堆積された繊維 368 を埋め込む、「混練(kneading)」または「マッサージ(massaging)」作用をスラリー内に作り出すように互いに噛み合っている。さらに、円板 372、374 の近接する、噛み合ったかつ回転する関係が、円板上へのスラリー 346 の集積を防止し、スラリーの塊の早過ぎる固化に起因する生産ラインの停止時間を相当に減少させる「自己清掃」作用を効果的に作り出す。

10

【0118】

軸 372 上の円板 374、376 の噛み合い関係は、小さな直径のスペーサ円盤 376 と比較的大きな直径の主円板 374 の対向する周辺が極めて接近して配設されることを含み、これも自己清掃作用を促進する。円板 374、376 が極めて接近して互いに相対的に（ただし、好ましくは同じ方向に）回転するとき、スラリーの微粒子が装置内に捕らえられ早期固化することは困難である。互いに対して相対的に横方向にオフセットする 2 セットの円板 374 を設けることによって、スラリー 346 は分裂(disruption)の多数の作用を受け、繊維 368 をスラリー 346 内にさらに埋め込む「混練」作用を作り出す。

20

【0119】

繊維 368 が埋め込まれた後、または換言すれば、移動する搬送ウェブ 326 が埋め込み装置 370 を通過するとき、SCP パネルの第 1 の層 377 が完了する。好ましい実施形態では、この第 1 の層 377 の高さまたは厚さは、ほぼ 0.05 ~ 0.20 インチ (1.27 mm ~ 5.08 mm) の範囲にある。この範囲は、SCP パネル内で同様な層と組み合わせられるとき、所望の強度および剛性をもたらすことが見出されている。しかしながら、他の厚さも用途に応じて企図されている。

30

【0120】

所望の厚さの構造用セメント質パネルを作り出すためには追加の層が必要である。この目的のために、供給器 344 と実質的に同一である第 2 のスラリー供給器 378 が、移動する搬送体 314 と動作的な関係で設けられ、既存の層 377 上にスラリー 346 の追加の層 380 の堆積のために配設される。

【0121】

次に、細断器 336 および 366 と実質的に同一の追加の細断器 382 が、ラック 331 と同様な方法で、枠 312 に対して構築され配設されるラック（図示せず）から供給される繊維 384 の第 3 の層を堆積させるために、枠 312 に対して動作的な関係で設けられる。繊維 384 はスラリー層 380 上に堆積され、第 2 の埋め込み装置 386 を使用して埋め込まれる。埋め込み装置 370 の構成および配置と同様に、この第 2 の埋め込み装置 386 は、第 1 の層 377 が乱されないように移動する搬送ウェブ 314 に対してわずかにより高く搭載される。このようにして、スラリーの第 2 の層 380 および埋め込まれた繊維が作り出される。

40

【0122】

次に図 21 を参照すると、固化可能なスラリーおよび繊維の各連続した層について、後ろに繊維細断器 336、366、382 および埋め込み装置 370、386 が続く追加のスラリー供給器ステーション 344、378 が生産ライン 310 上に設けられる。好まし

50

い実施形態では、合計で4つの層（例えば図3のパネル21参照）がSCPパネルを形成するために設けられる。上記で説明したような繊維の埋め込まれた固化可能スラリーの4層の配設に際して、パネルの上側表面396を成形するために成形装置394を枠312に設けることが好ましい。そのような成形装置394は、固化可能スラリー／ボード製造分野で知られており、通常は所望の寸法特性に適合するように多層パネルの高さおよび形状に合致するばね荷重のまたは振動するプレートである。

【0123】

製造されるパネルは、固化に際して一体の、繊維強化された塊を形成する多層（例えば図3のパネル21の層22、24、26、28参照）を有する。各層内の繊維の存在および配置が以下で開示し、かつ説明するある所望のパラメータ内に制御され維持される場合、このパネルを層間剥離させることは事実上不可能である。

10

【0124】

この点で、スラリー層は固化し始めており、それぞれのパネルは、好ましい実施形態では水ジェット切断機である切断装置398によって互いから分離される。移動刃を含む他の切断装置も、それらが本パネル組成で鋭い縁部を適切に作り出せる場合は、この動作に適切であると考えられる。この切断装置398は、パネルが図21に示す図と異なる可能性がある所望の長さを有して製造されるように、ライン310および枠312に対して配設される。搬送ウェブ314の速度が比較的遅いので、この切断装置398はウェブ314の移動方向に対して垂直に切断するように搭載することができる。より早い生産速度については、そのような切断装置はウェブ移動方向に対してある角度で、生産ライン310

20

【0125】

定量的に、繊維およびスラリー層の数、パネル内の繊維の容積割合、および／または各スラリー層の厚さ、および繊維埋め込み効率に対する繊維ストランド直径の影響が調査されて来た。この解析では、以下のパラメータが特定された。

v_T = 合計複合材料容積

v_s = 合計パネルスラリー容積

v_f = 合計パネル繊維容積

30

$v_{f,1}$ = 合計繊維容積／層

$v_{T,1}$ = 合計複合材料容積／層

$v_{s,1}$ = 合計スラリー容積／層

N_1 = スラリー層の合計数、繊維層の合計数

V_f = 合計パネル繊維容積の割合

d_f = 個々の繊維ストランドの等価直径

l_f = 個々の繊維ストランドの長さ

t = パネル厚さ

t_1 = スラリーおよび繊維を含む個々の層の合計厚さ

$t_{s,1}$ = 個々のスラリー層の厚さ

40

$n_{f,1}, n_{f1,1}, n_{f2,1}$ = 繊維層内の繊維の合計数

$s_{f1}^P, s_{f1}^P, s_{f2,1}^P$ = 繊維層内に含有される繊維の合計投影表面積

$s_{f1}^P, s_{f1,1}^P, s_{f2,1}^P$ = 1つの繊維層に対する投影繊維表面積割合

【0126】

投影繊維表面積割合、 s_{f1}^P

等しい数のスラリー層および繊維層からなるパネルを仮定する。仮にこれらの層の数を

50

N_1 と等しく、パネル内の繊維容積割合が V_f に等しいとする。

【0127】

要約すれば、互いに異なるスラリ層上に堆積されている繊維網目の層の投影繊維表面積割合

$$S_{f,l}^p$$

は、以下の数学的関係式で与えられる。

$$S_{f,l}^p = \frac{4V_f t}{\pi N_1 d_f} = \frac{4V_f * t_{s,l}}{\pi d_f (1 - V_f)} \quad 10$$

ここで V_f は合計パネル繊維容積の割合、 t は合計パネル厚さ、 d_f は繊維ストランドの直径、 N_1 は繊維層の合計数、 $t_{s,l}$ は使用される互いに異なるスラリ層の厚さである。

【0128】

したがって、良好な繊維埋め込み効率を達成するために、目的関数は繊維表面積割合がある臨界値より下に維持することになる。等式8および10に現れる1つまたは複数の変数を変更することによって、良好な繊維埋め込み効率を達成するための投影繊維表面積割合を調整することができることは注目に値する。 20

【0129】

投影繊維表面積割合の大きさに影響する別の変数が特定され、良好な繊維埋め込み効率を達成するための「投影繊維表面積割合」の大きさを調整するための手法が示唆されてきている。これらの手法は、投影繊維表面積割合を臨界閾値より下に維持するために1つまたは複数の以下の変数、すなわち、互いに異なる繊維およびスラリ層の数、互いに異なるスラリ層の厚さ、および繊維ストランドの直径を変更することを含む。

【0130】

この基礎的な仕事に基づき、投影繊維表面積割合、

$$S_{f,l}^p \quad 30$$

の好ましい大きさが以下であることが見出されてきた。

好ましい投影繊維表面積割合、 $S_{f,l}^p < 0.65$

最も好ましい投影繊維表面積割合、 $S_{f,l}^p < 0.45$

【0131】

設計パネル繊維容積割合、 V_f 、に対し、投影繊維表面積割合の前述の好ましい大きさを達成することは、1つまたは複数の以下の変数を調整することによって可能になる～互いに異なる繊維層の合計数、互いに異なるスラリ層の厚さおよび繊維ストランド直径。特に、投影繊維表面積割合の好ましい大きさに繋がるこれらの変数の望ましい範囲は以下の通りである。すなわち、 40

多層SCPパネルの互いに異なるスラリ層の厚さ、 $t_{s,l}$

互いに異なるスラリ層の好ましい厚さ、 $t_{s,l} \leq 0.20$ インチ（5.08mm）

互いに異なるスラリ層のより好ましい厚さ、 $t_{s,l} \leq 0.12$ インチ（3.05mm）

互いに異なるスラリ層の最も好ましい厚さ、 $t_{s,l} \leq 0.08$ インチ（2.03mm）

多層SCPパネルの互いに異なる繊維層の数、 N_1

50

互いに異なる繊維層の好ましい数、 $N_1 \geq 4$

互いに異なる繊維層の最も好ましい数、 $N_1 \geq 6$

繊維ストランド直径、 d_f

好ましい繊維ストランド直径、 $d_f \geq 30 \text{ tex}$

最も好ましい繊維ストランド直径、 $d_f \geq 70 \text{ tex}$

【0132】

このパネルを構造的床下地(subflooring)または床下葺きとして使用する場合、それらは成型中にパネルの縁部を成形することによって、または使用前にえぐり道具によって雄実および雌実を切削することによって作ることができる、本実構成を有して作られることが好ましい。この雄実および雌実は、図3および4A～Cに示すようにテーパを付けることが好ましく、このテーパは本発明のパネルの容易な設置をもたらす。

10

【0133】

特性

本発明のSCPパネル金属枠システムは、表3に記載する1つまたは複数の特性を有することが好ましい。

表 2 (その 1)

物理的特性	ASTM 試験方法	ユニット	好ましい 目標値	典型的な 範囲	注
不燃性	E-136	重量損失	≤ 50%	≤ 50%	E-136、8節から
		温度上昇	≤ 54° F	≤ 54°	E-136、8節から
		30秒	炎なし	炎なし	E-136、8節から
耐水性					
剪断曲げ強度					
ドライ	C-947	psi	≥1800	1400-3500	
ウエット	C-947	psi	≥1650	1300-3000	
シー징ングのAMOE					
ドライ		ksi	≥700	600-1000	
ウエット		ksi	≥600	550-950	
ねじ引き抜き (ねじサイズ:#8ワイヤ 最小直径0.25インチの ヘッドを有する 1-5/8インチねじ)					
1/2" パネル-ドライ	D-1761	ポンド	352	250-450	アメリカ合板協会(APA) S-4相当
1/2" パネル-ウエット	D-1761	ポンド	293	200-400	OSB82%と比較した SCPIに対する力の%; 合板80%と比較した SCPIに対する力の%
3/4" パネル-ドライ	D-1761	ポンド	522	450-600	アメリカ合板協会(APA) S-4相当
3/4" パネル-ウエット	D-1761	ポンド	478	450-550	OSB82%と比較した SCPIに対する力の%; 合板80%と比較した SCPIに対する力の%
横方向ねじ抗力 (ねじサイズ:#8ワイヤ 最小直径0.25インチの ヘッドを有する 1-5/8インチねじ)					
1/2" パネル-ドライ	D-1761	ポンド	445	350-550	APA S-4相当
1/2" パネル-ウエット	D-1761	ポンド	558	400-650	OSB73%と比較した SCPIに対する力の%; 合板82%と比較した SCPIに対する力の%
3/4" パネル-ドライ	D-1761	ポンド	414	400-500	APA S-4相当
3/4" パネル-ウエット	D-1761	ポンド	481	400-500	OSB73%と比較した SCPIに対する力の%; 合板82%と比較した SCPIに対する力の%

10

20

30

40

表 2 (その 2)

物理的特性	ASTM 試験方法	ユニット	好ましい 目標値	典型的な 範囲	注
<u>静止および衝撃試験 (3/4インチ厚さSCP)</u>					
最大					
静止	E-661	ポンド	1286	1000-1500	APA S-1;16o.c.スパン定格 ≥550ポンド
追従衝撃(following impact)	E-661	ポンド	2206	1500-3000	APA S-1;16o.c.スパン定格 ≥400ポンド
200ポンド荷重下 での撓み					
静止	E-661	インチ	0.014	0.010-0.060	APA S-1;16o.c.スパン定格 ≤0.078インチ
追従衝撃 (following impact)	E-661	インチ	0.038	0.020-0.070	APA S-1;16o.c.スパン定格 ≤0.078インチ
<u>等分布荷重</u>					
3/4" パネル-ドライ	E-330	psf	330	300-450	16o.c.スパン定格≥330psf
<u>線膨張</u>					
1/2"~3/4" パネル	APA P-1	%	≤0.1	≤0.1	APA P-1は≤0.5%を 要求
<u>水吸収</u>					
1/2" パネル	APA PRP-108	%	11.8	7から15	1/2インチ厚さのOSB51.5% と比較したSCPの水吸収%; 1/2インチ厚さの合板46.2% と比較したSCPの水吸収%
3/4" パネル	APA PRP-108	%	10.8	7から15	OSB51.3%と比較したSCPの 水吸収%;合板48.1%と 比較したSCPの水吸収%
<u>厚さ膨潤</u>					
1/2" パネル	APA PRP-108	%	2.3	1から5	1/2インチ厚さのOSB22.2% と比較したSCPの水吸収%; 1/2インチ厚さの合板7.8%と 比較したSCPの水吸収%
3/4" パネル	APA PRP-108	%	2.4	1から5	OSB22.2%と比較したSCPの 水吸収%;合板7.8%と 比較したSCPの水吸収%

10

20

30

表 2 (その 3)

物理的特性	ASTM 試験方法	ユニット	好ましい 目標値	典型的な 範囲	注
<u>微生物抵抗性</u>					
1/2"~3/4" パネル	G-21		1	1	OSBおよび合板は食料源を有する
1/2" ~3/4" パネル	D-3273		10	10	OSBおよび合板は食料源を有する
<u>シロアリ抵抗性</u>					
1/2"~3/4" パネル			食料源 なし	食料源 なし	
<u>床ダイヤフラムの 設計水平剪断許容荷重</u>					
3/4" パネル~ 10'x20'床	E-455	リニア フィート 当たりの ポンド	487.2	300~1000 典型的 400~800	パネル特性、根太深さ と間隔および留め具種類、 ならびに間隔に関連する 性能
<u>システム耐火性</u>					
金属枠の片側上の 5/8~3/4" SCPパネル	E-119	時間	1時間 および 10分	1から 1.5時間	公称4"深さのスタッド、 24"O.C.、バット断熱、USG から入手可能な1層5/8" FIRECODE石膏板
金属枠の片側上の 3/4"SCPパネル	E-119	時間	2時間 ~9分	2時間	公称10"深さの根太、 24"O.C.、バット断熱、USG から入手可能な1層5/8" FIRECODE石膏板

【0134】

表 2 の設計水平剪断許容荷重は、安全率 3 を提供する。

【0135】

芯々間隔で 16 インチ (406.4 mm) のスパン上の典型的な 3/4 インチ (19 mm) 厚さのパネルは、ASTM 661 および APA S-1 試験方法に従って試験されるとき、静止荷重の下で 550 ポンド (250 kg) より大きな最大耐荷重を有し、衝撃荷重の下で 400 ポンド (182 kg) より大きな最大耐荷重を有し、200 ポンド (90.9 kg) 荷重を伴う静止および衝撃の両荷重の下で 0.078 インチ (1.98 mm) より少ない撓みを有する。

【0136】

通常、65 lb/ft³ (1041 kg/m³) ~ 90 lb/ft³ (1441 kg/m³) の乾燥密度を有するパネルの曲げ強度は、48 時間にわたり水中に浸漬した後、ASTM C947 試験によって測定するとき、少なくとも 1000 psi (7 MPa)、例えば 1300 psi (9 MPa)、好ましくは 1650 psi (11.4 MPa)、より好ましくは少なくとも 1700 psi (11.7 MPa) である。

【0137】

通常、SCP 水平床ダイヤフラムシステムは、オープンウェブ根太、金属デッキと現場打ちコンクリート、または荷重支承壁上に上掛けスラブを有するプレキャスト平割板の床システムより高い比剛性を有する。

【0138】

通常、このシステムの水平剪断ダイヤフラム荷重担持能力は、10 フィート × 20 フィート (3.04 m × 6.08 m) 金属枠上に固定された 3/4 インチ (19 mm) 厚さの SCP パネル上に 2 インチ (50.8 mm) の水頭の水が 24 時間にわたり維持される試験で水に曝されるとき、25% を超えて減少しない、好ましくは 20% を超えて減少しない、または 15% を超えて減少しない、または 10% を超えて減少しない。

【0139】

通常このシステムは、10 フィート × 20 フィート (3.04 m × 6.08 m) 金属枠

10

20

30

40

50

上に固定された3／4インチ（19mm）厚さのSCPパネル上に2インチ（50.8mm）の水頭の水が24時間の期間にわたり維持される試験で水に曝されるとき、平方フィート当たり0.7ポンド（3.42kg/m²）を超える水を吸収しない。

【0140】

通常、10フィート×20フィート（3.04m×6.08m）の金属枠に取り付けられる10フィート幅×20フィート長さ×3／4インチ厚さ（3.04m幅×6.08m長さ×19mm）のSCPパネルのダイヤフラムを有する本システムの一実施形態は、金属枠上に固定されたSCPパネル上に24時間の期間にわたり維持される2インチ（50.8mm）の水頭の水に曝されるとき、5%より多く膨潤しない。

【0141】

通常、本システムの全ての構成部品は、システムがほぼa1を達成するASTM G-21に合致し、かつシステムがほぼa10を達成するASTM D-3273に合致する。同様に、通常本システムは清潔なとき実質的に細菌繁殖を全く支持しない。同様に、通常本システムはシロアリに食べられない。

【0142】

その軽量であり強いことに起因して、金属枠上の3／4インチ（19mm）厚さのSCPパネルの水平ダイヤフラムの本床システムのこの組合せは、所与の建物設置面積に対する建物の最大限化を可能にするように、所与の建物設置面積に対する建物容積の効率的な使用を可能にする。このシステムの軽量な性質は、パン／セメントシステムに伴う死荷重を回避する。死荷重がより少ないことによって、安定性のより小さい土壌上で同程度のサイズの構造物を建てるのが可能になる。さらにこのシステムは、このシステムのパネルが破断なしにシステムの死荷重および活荷重を支持する能力が金属枠上のSCPパネルの向きにかかわらず必ず同じである、強度または荷重担持特性を失うことなく、枠の金属根太に対してそれらの長い寸法を平行にまたは垂直に配置することができるという点において、無指向性であり得る。同様に、本システムの潜在的な利点は、それがより大きな圧縮強度を有することができることである。これは、構造体の壁が部分上にある、例えばこのパネルによって形成される床ダイヤフラムの周囲上にある建物で有用である。多層階が加えられるとき、これらの階の重量が非常に高い圧縮力をより下側の床パネルに加える可能性がある。

【0143】

本発明は、寒中性能で思いもかけない利点を有する。従来のセメント質パネルは寒中で脆くなる可能性がある。したがって、寒中でそのようなパネルを設置することは、設置中建設作業による注意深い取扱いを必要とする。しかしながら、本システムでは、SCPパネルは、周囲温度が32°F（0℃）より下のとき、20°F（マイナス7.5℃）より下でさえ割れることなしに、金属床組み要素に設置されることに耐えることができることが好ましい。これは、冬の厳しい気候での建て方を容易にし、したがって建設業者の生産性を増大させるので非常に重要な利点である。本SCPパネルは、これらの冷たい温度で設置中、通常の粗い取扱いに曝されることに耐えることができるので好ましい。例えば、これらの冷たい温度のところでSCPパネルを配置することは、パネルの少なくとも1つの端部が自由落下で少なくとも2フィート（0.61m）、通常少なくとも3フィート（0.91m）、例えば3～6フィート（0.91～1.83m）割れることなしに落下するように、パネルを金属床張り要素、例えばトラスの上に落とすステップを含む可能性がある。例えばこれは、パネルの一端が1つまたは複数の金属床張り要素上に配置され、次いで反対側の別の端部が1つまたは複数の金属床張り要素上に自由落下で開放されるとき起きる。

【0144】

実施例1

小規模水平炉（SSHF）内で、同等な構造用シーリングに対して火災耐久性試験のための1つの実験が行われた。5つのサンプル、1／2インチ（13mm）の本発明の成分の構造用セメントパネル（SCP）、3／4インチ（19mm）VIROCパネル、1／

10

20

30

40

50

2 インチ (1 3 mm) NOVA TECH パネル、1 5 / 3 2 インチ (1 2 mm) 合板 (グレード A ~ C) および 3 1 / 6 4 インチ (1 2 mm) 方向性ストランドボード (OSB) が 4 フィート (1 . 2 2 m) × 4 フィート (1 . 2 2 m) 組立品の部品として試験された。

【 0 1 4 5 】

各組立品は、金属枠組、3 5 8、2 0 ゲージ C R ランナーおよび芯々間隔で 2 4 インチ (6 1 0 mm) 間隔の S T スタッドから構築された。5 つの試験の各々に対して、この試験材料は露出された表面に対して適用され、U S G の S H E E T R O C K 5 / 8 インチ (1 6 mm) F I R E C O D E タイプ S C X 石膏壁張り用材が露出されない表面に施工された。露出された表面材料は、継ぎ部を組立品のスパン中央に有してスタッドに対して垂直に施工された。熱電対が、組立品の温度比較のために露出パネルの下側および露出されない表面上の両方の空洞内に配置された。炉温は、A S T M E 1 1 9 の時間 / 温度曲線に対して制御された。温度測定は、試験の継続時間にわたり最終評価および露出されない表面について行われた。観察が試験中露出された表面のおおよその状態について行われた。規格 A S T M E 1 1 9 の熱電対読みに対する温度限界は平均に対して周囲より上 2 5 0 ° F (1 3 6 ° C) であり、個別に対して周囲より上 3 2 5 ° F (1 8 3 ° C) が制御限界として使用された。この試験の目的は、火災試験での製品材料の性能の相対的な比較を行うことであった。この手順は、システムに対する耐火等級付けを提供しない。

【 0 1 4 6 】

小規模水平炉試験で使用された S C P パネル (実施例 1 および実施例 3) の配合は以下の表 2 A の通りである。

表 2 A

反応性粉体混合物	
反応性粉体混合物	重量比率 (%)
ポルトランドセメント	29
硫酸カルシウムアルファ半水化物	58
シリカヒューム	12
石灰	1
SCP セメント質成分	
含有物	重量比率 (%)
ポルトランドセメント	12.3
硫酸カルシウムアルファ半水化物	24.7
シリカヒューム	5.1
石灰	0.4
セラミック微小球	26.4
流動化剤	1.9
水	21.9
耐アルカリガラス繊維 ¹	7.2
1. 成分中の AR ガラス繊維の 3.06 % 容積割合に対応する重量比率、小規模水平炉試験に使用されたガラス繊維の長さ ~ 40 mm	

【 0 1 4 7 】

5 つのサンプルの試験の結果は表 5 に出ている。平均 (A) および個別 (I) の読みは、各試験で温度臨界限度を超えたときの分 (minute) である。S C P ボードは本発明のパネル成分を有する。

表 3－実施例 1～5 に対するデータ要約

SSH F 実施例 番号	サンプルID	最終評価 (finishing rating) (分)	露出されなかった 表面(限度超過/分)	露出された 表面状況試験の 終了時
1	1/2インチ(13mm) SCPボード	09:24 (A) 10:05 (I)	46:05 (A) 46:16 (I)	無傷 低い収縮
2	3/4インチ(19mm) VIROCボード	19:16 (A) 21.52 (I)	48:42 (A) 47:49 (I)	無傷 中程度の収縮
3	1/2インチ(13mm) NOVATECHボード	12:52 (A) 13 27 (I)	46 42 (A) 47:13 (I)	パネル層間剥離 はがれ落ちなし
4	15/32インチ(12mm) 合板ボード (A～Cグレード)	6:40 (A) 7:10 (I)	23:42 (A) 23:31 (I)	ボード はがれ落ち
5	31/64インチ(12mm) OSBボード	6:50 (A) 8:12 (I)	24.25 (A) 23:30 (I)	ボード はがれ落ち

10

【0148】

実施例 1 サンプル構成

サイズ： 48 インチ (122 cm) × 48.5 / 8 インチ (124 cm)

スタッド： 358 ST、20 ゲージ 間隔： 芯々間隔で 24 インチ (61 cm)

ランナー： 358 CR、20 ゲージ； 空洞：なし

表面仕上げ： (火災側) 1 層の 1 / 2 インチ (13 mm) U S G 構造用セメントパネル (SCP)

20

(露出されない側) 1 層の 5 / 8 インチ (16 mm) S H E E T R O C K (登録商標) F I R E C O D E (登録商標) (タイプ X) パネル

【0149】

表 4 は試験材料としてこの実施例に使用されたボードを記載する。これらのボードは表 5 に示されるように加熱に曝された。この加熱からの観察は表 6 に示す。

表 4－実施例 1 試験材料

	1/2" (13mm) SCP 1/2"×48"×96" (13mm×122cm×244cm)	SHEETROCK(登録商標) ブランド壁張り用材 5/8"×48"×120" (16mm×122cm×305cm)、 タイプ C
ボンド/1000平方フィート	2736	2290
平均ボード厚さ、インチ(mm)	0.528 (13.4)	0.620 (15.7)
平均密度、pcf(g/cc)	62.128 (0.995)	44.332 (0.710)
平均パネル重量、ポンド(kgs)	22.46 (10.19)	37.13 (16.84)

30

表 5－実施例 1 温度情報

	平均	個別
露出されない表面の制限温度臨界値 周囲温度79°F(29°C)	324 °F (182°C)	399 °F (229°C)
露出されない表面の制限温度到達時間	46:05	TC#4で 46:16
最終評価、制限温度臨界値 周囲温度79°F(29°C)	323 °F (182°C)	398 °F (229°C)
最終評価、 制限温度到達時間	9:24	TC#8で 10:05

40

【0150】

火災試験時間： 70 分 0 秒

試験終了時： ボードはがれ落ちなし

50

表 6－実施例 1 観察結果

時間 (分:秒)	炉圧力	観察結果
4:00	+0.10	露出されたボードが非常に軽い黄褐色になる
12:00	+0.07	非常に薄い煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。
18:00	+0.08	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/16インチである。より多くの煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。
22:00	+0.08	非常に激しい煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。露出されたボードは良好に見え、所定の位置にある。
30:00	+0.06	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/8インチである。
33:00	+0.08	スタッド間内のボードのたるみが最大およそ1/8インチから1/4インチである。
38:00	+0.07	薄い煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。
41:00	+0.10	スタッド間内のボードのたるみが最大およそ1/8インチから1/4インチである。
48:00	+0.07	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ3/16から1/4インチである。
51:00	+0.08	スタッド間内のボードのたるみが最大およそ1/2インチである。
53:00	+0.09	露出されない表面上で紙の燃える可聴音が聞こえる。
63:00	+0.08	スタッド間内のボードのたるみが最大およそ1/2インチから5/8インチである。
70:00		試験終了、ボードはがれ落ちなし。

10

20

【 0 1 5 1 】

実施例 2 サンプル構成

サイズ： 48 インチ (122 cm) × 48 - 5 / 8 インチ (124 cm)

スタッド： 358 ST、20 ゲージ 間隔： 芯々間隔で 24 インチ (61 cm)

ランナー： 358 CR、20 ゲージ； 空洞： なし

表面仕上げ： (火炎側) 1 層の 3 / 4 インチ (19 mm) VIROC ボード

(露出されない側) 1 層の 5 / 8 インチ (16 mm) SHEETROCK

(登録商標) FIRE CODE (登録商標) (タイプ X) パネル

30

【 0 1 5 2 】

表 7 は試験材料としてこの実施例に使用されたボードを記載する。これらのボードは表 8 に示されるように加熱に曝された。この加熱からの観察は表 9 に示す。

表 7－実施例 2 試験材料

	VIROCボード 3/4"×48"×48-5/8" (13mm×122cm×124cm)	SHEETROCK(登録商標) ブランド壁張り用材 5/8"×48"×120" (16mm×122cm×305cm)、 タイプ X
ポンド/1000平方フィート	-	2290
平均ボード厚さ、インチ(mm)	0.760 (19)	0.620 (15.7)
平均密度、pcf(g/cc)	83.00 (1.33)	44.344 (0.710)
平均パネル重量、ポンド(kgs)	22.46 (10.19)	37.13 (16.84)

40

表 8－実施例 2 温度情報

	平均	個別
露出されない表面の 制限温度臨界値 周囲温度73°F(26°C)	323 °F (182°C)	398 °F (229°C)
露出されない表面の 制限温度到達時間	48:42	TC#4で 47:49
最終評価、 制限温度臨界値 周囲温度79°F(29°C)	325 °F (183°C)	400 °F (230°C)
最終評価、 制限温度到達時間	19:16	TC#8で 21:52

10

【 0 1 5 3 】

火炎試験時間： 6 0 分 0 秒

試験終了時： ボードはがれ落ちなし

表 9－実施例 2 観察結果

時間 (分：秒)	炉圧力	観察結果
2:30	+0.08	突き合せ継ぎ手部が煙を出しており、色が暗褐色になる。露出されない表面から煙が放出されている。
6:00	+0.08	露出されたボードが黒焦げになり、色が黒くなる。突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/8インチである。西側周囲近く中央スタッド近くにボード割れ目。
9:00	+0.08	露出されたボードが合計表面で薄く炎を上げている。突き合せ継ぎ手開口が最大およそ3/16インチから1/4インチのところにある。ボードたるみが最大およそ1/4インチから3/8インチである。
12:30	+0.08	ボードたるみが最大およそ1/2インチから3/4インチのところにある。突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/2インチであり、火炎に向かってはがれつつある。表面は依然として薄く炎を上げている。
18:00	+0.08	ボードは依然として全表面で炎を上げている。煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。
19:30	+0.08	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1インチのところにあり、はがれつつある。ボードたるみが最大およそ1-1/2インチである。露出されたボードは依然として炎を上げている。
24:00	+0.08	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1-1/2インチから2インチのところにある。西側ボードはスタッド近くで中央を横切る割れ目を有する。中央ボードねじが中央スタッドから引き抜かれている。
29:00	+0.08	西側ボードの中央の割れ目開口が最大およそ1/2インチのところにある。ボードたるみが最大およそ2-1/2インチから3インチのところにある。ボードは依然として炎を上げている。煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。
34:00	+0.07	ボードたるみが最大およそ4インチである。東側ボードがスタッド近く中央のところで割れ目を有する。
40:00	+0.08	西側ボードが最大およそ5インチ火炎に向かって撓んでいる。東ボードの割れ目開口は最大およそ5/8インチのところにある。ボードは依然として炎を上げている。
43:00	+0.08	ボードサンプルは最大およそ5～6インチ火炎に向かってはがれつつある。ボードのはがれに起因してサンプルの空洞が見える。
50:00	+0.0	ボードたるみが最大およそ6から7インチであり、依然として火炎に向かってはがれつつある。突き合せ継ぎ手開口が最大およそ3インチのところにある。東および西側中央ボード割れ目は最大およそ1-1/2インチのところにある。
60:00		試験終了、ボードはがれ落ちなし

【 0 1 5 4 】

実施例 3 サンプル構成

サイズ： 48 インチ (122 cm) × 48 - 5 / 8 インチ (124 cm)

スタッド： 358 ST、20 ゲージ 間隔： 芯々間隔で 24 インチ (61 cm)

ランナー： 358 CR、20 ゲージ； 空洞： なし

表面仕上げ： (火炎側) 1 層の 1 / 2 インチ (13 mm) Nova Tech ボード

(露出されない側) 1 層の 5 / 8 インチ (16 mm) SHEETROCK (登録商標) FIRECODE (登録商標) (タイプ X) パネル

【 0 1 5 5 】

表 10 は試験材料としてこの実施例に使用されたボードを記載する。これらのボードは

10

20

30

40

50

表 1 1 に示されるように加熱に曝された。この加熱からの観察は表 1 2 に示す。

表 1 0 - 実施例 3 試験材料

	NovaTechボード 3/4"×48"×48-5/8" (13mm×122cm×124cm)	SHEETROCK(登録商標) ブランド壁張り用材 5/8"×48"×120" (16mm×122cm×305cm)、 タイプ X
ポンド/1000平方フィート	3163	2298
平均ボード厚さ、インチ(mm)	0.531 (13)	0.620 (15.7)
平均密度、pcf(g/cc)	71.544 (1.15)	44.517 (0.713)
平均パネル重量、ポンド(kgs)	25.90 (11.75)	37.25 (16.9)

10

表 1 1 - 実施例 3 温度情報

	平均	個別
露出されない表面の制限温度臨界値 周囲温度74°F(26°C)	324 °F (182 °C)	399 °F (229 °C)
露出されない表面の制限温度到達時間	46:42	TC#2で 47:13
最終評価、制限温度臨界値 周囲温度76°F(27°C)	326 °F (183 °C)	401 °F (231 °C)
最終評価、 制限温度到達時間	12:52	TC#8で 13:27

20

【 0 1 5 6 】

火炎試験時間： 7 0 分 0 秒

試験終了時： ボード層間剥離、ボードはがれ落ちなし

表 1 2 - 実施例 3 観察結果

時間 (分:秒)	炉圧力	観察結果
2:30	+0.07	西ボードの露出された南半分が離れて飛び出しかつ層間剥離し、はがれ落ちている。ボード厚さのおよそ1/4インチが依然として冷たい接合部のところで定位置にある。 露出されたガラス繊維が残っているボード上に見える。
8:00	+0.07	露出されない表面から軽い煙および蒸気が放出されている。
18:00	+0.08	露出されない表面からより多くの煙および蒸気が放出されている。 中央スタッドねじ近くでより多くのボード割れ目。
24:00	+0.07	露出されない表面から大量の煙および蒸気が放出されている。 突き合せ継ぎ手部が最大およそ3/16から1/4インチのところにある。 北東の角のボードがロータに向かって剥がれ、およそ最大1/4インチのところにある。ボード厚さが減少しつつある。
32:00	+0.07	露出されない表面からより少ない煙および蒸気が放出されている。
35:00	+0.07	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ3/8インチのところにある。
37:00	+0.08	ボードの北東の角のところで、およそ1/4インチ厚さ×12インチかける24インチのボードが落ちている。
45:30	+0.08	露出されない表面からより非常に軽い煙および蒸気が放出されている。露出されたボードのたるみが最大およそ1/2から5/8インチのところにある。
53:00	+0.07	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ3/8インチから1/2のところにある。
57:00	+0.08	突き合せ継ぎ手部位位置の上で、露出されない壁張り用材が褐色になり始めている。露出されない表面からより非常に少ない煙および蒸気が放出されている。
61:00	+0.07	ボードのたるみは最大およそ1から1-1/2インチのところにある。
63:00	+0.10	ボードの南東区画上にヘアクラックが始まっている。
65:00	+0.09	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/2インチのところにある。
67:00	+0.10	北東の区画のところにより大きな暴露されたボード剥がれ。 ボード層間剥離の合計は最大およそ15%。
70:00		試験終了。いくらかのボード層間剥離。ボードはがれ落ちなし。

10

20

【 0 1 5 7 】

実施例 4 サンプル構成

サイズ： 48 インチ (1 2 2 c m) × 4 8 - 5 / 8 インチ (1 2 4 c m)

30

スタッド： 3 5 8 S T、2 0 ゲージ 間隔：芯々間隔で 2 4 インチ (6 1 c m)

ランナー： 3 5 8 C R、2 0 ゲージ； 空洞：なし

表面仕上げ： (火炎側) 1 層の 1 5 / 3 2 インチ (1 2 m m) 合板 (A / C) ボード

(露出されない側) 1 層の 5 / 8 インチ (1 6 m m) S H E E T R O C K
(登録商標) F I R E C O D E (登録商標) (タイプ X) パネル

【 0 1 5 8 】

表 1 3 は試験材料としてこの実施例に使用されたボードを記載する。これらのボードは表 1 4 に示されるように加熱に曝された。この加熱からの観察は表 1 5 に示す。

表 1 3 - 実施例 4 試験材料

	合板ボード 15/32"×48"×48-5/8" (16mm×122cm×124cm)	SHEETROCK(登録商標) ブランド壁張り用材 5/8"×48"×120" (16mm×122cm×305cm)、 タイプ X
ポンド/1000平方フィート	1644	2283
平均ボード厚さ、インチ(mm)	0.499 (12.6 mm)	0.619 (16)
平均密度、pcf(g/cc)	39.544 (0.633)	44.242 (0.709)
平均パネル重量、ポンド(kgs)	52.50 (28.8)	37.00 (16.78)

40

表 1 4 - 実施例 4 温度情報

	平均	個別
露出されない表面の制限温度判定基準 周囲温度73°F(26°C)	323 °F (182 °C)	398 °F (229 °C)
露出されない表面の制限温度到達時間	23:42	TC#3で 23:31
最終評価、制限温度判定基準 周囲温度76°F(27°C)	325 °F (183 °C)	400 °F (230 °C)
最終評価、 制限温度到達時間	6:40	TC#7で 7:10

10

【 0 1 5 9 】

火炎試験時間： 3 2 分 0 秒

試験終了時： ボードはがれ落ち

表 1 5 - 実施例 4 観察結果

時間 (分:秒)	炉圧力	観察結果
0:30	+0.06	露出されたボードの色が黒色の、焼けた炭化した表面。
2:00	+0.04	露出されない表面から激しい煙が放出されている。
4:00	+0.08	露出されたボードが炎を上げている。露出されない表面から非常に激しい煙が放出されている。
6:00	+0.08	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/4インチのところにある。
8:00	+0.08	炉覗き穴を通して非常に激しい炎が見える。 サンプルは見るができない。
9:00	+0.07	露出された1/2インチ合板が炉内で落ちてしまっている。 空洞が今では露出されている。
14:00	+0.08	依然として非常に激しい煙および蒸気が露出されない表面から放出されている。
19:00	+0.08	露出された壁張り材がヘアラインのぼんやりしたクラックを有するのが露出された空洞から見える。
28:00	+0.07	露出されない表面からより少ない煙および蒸気が放出されている。露出されない側面壁張り材は今は色が褐色である。
32:00		試験終了、ボードはがれ落ち。

20

30

【 0 1 6 0 】

実施例 5 サンプル構成

サイズ： 4 8 インチ (1 2 2 c m) × 4 8 - 5 / 8 インチ (1 2 4 c m)

スタッド： 3 5 8 S T、2 0 ゲージ、 間隔： 芯々間隔で 2 4 インチ (6 1 c m)

ランナー： 3 5 8 C R、2 0 ゲージ； 空洞：なし

表面仕上げ： (火炎側) 1 層の 3 1 / 6 4 インチ (1 3 m m) 方向性ストランドボード (O S B)

(露出されない側) 1 層の 5 / 8 インチ (1 6 m m) S H E E T R O C K (登録商標) F I R E C O D E (登録商標) (タイプ X) パネル

40

【 0 1 6 1 】

表 1 6 は試験材料としてこの実施例に使用されたボードを記載する。これらのボードは表 1 7 に示されるように加熱に曝された。この加熱からの観察は表 1 8 に示す。

表 1 6－実施例 5 試験材料

	OSBボード 15/32"×48"×48-5/8" (12mm×122cm×124cm)	SHEETROCK(登録商標) ブランド壁張り用材 5/8"×48"×120" (16mm×122cm×305cm)、 タイプX
ポンド/1000平方フィート	1644	2283
平均ボード厚さ、インチ(cm)	0.499 (12.6 mm)	0.619 (0.157)
平均密度、pcf(g/cc)	39.544 (0.633)	44.242 (0.709)
平均パネル重量、ポンド(kgs)	52.50 (28.8)	37.00 (16.78)

10

表 1 7－実施例 5 温度情報

	平均	個別
露出されない表面 制限温度判定基準 周囲温度77°F(28°C)	327 °F (184 °C)	402 °F (231 °C)
露出されない表面 制限温度到達時間	24:25	TC#3で 23:30
最終評価 制限温度判定基準 周囲温度80°F(30°C)	330 °F (186 °C)	405 °F (233 °C)
最終評価 制限温度到達時間	6:50	TC#8で 8:12

20

【 0 1 6 2 】

火炎試験時間： 3 2 分 0 秒

試験終了時： ボードはがれ落ち

表 18－実施例5 観察結果

時間 (分:秒)	炉圧力	観察結果
1:00	+0.02	露出されたボードが煙を出しており、色が黒い。
1:30	+0.08	煙が激しく、露出されない表面から放出されている。
3:00	+0.07	全ボードが炎を上げている。表面が激しい。
5:00	+0.08	突き合せ継ぎ手開口が最大およそ1/8から1/4インチの ところにある。
6:00	+0.08	非常に激しい煙が露出されない表面から放出されて いる。
8:00	+0.15	ボードたるみが最大およそ1インチのところにある。 依然として炎を上げている。
9:30	+0.08	露出されたボードがはがれ落ちている。残りの周囲 ボードが依然として炎を上げている。露出された 壁張りボードが露出された空洞から見える。
15:00	+0.07	依然として煙および蒸気が露出されない表面から 放出されている。
19:00	+0.08	ボードクラックが露出されない表面上の中央スタッド に沿って走っている。
23:00	+0.07	煙および蒸気が露出されない表面のところで 減少し始めている。
25:00	+0.08	露出されないボードクラックが最大およそ1/8インチ でスタッド長さを走っている。
29:00	+0.07	ヘアラインのぼんやりしたクラックが露出された空洞 から見える壁張りボード上に見える。
31:00	+0.07	露出されない壁張りボード表面は今は黒褐色である。 わずかな煙および蒸気が露出されない表面から放出 されている。
32:00		試験終了、ボードはがれ落ち。

10

20

【0163】

実施例 6

30

この実施例は、以下に説明するようにプロトタイプ3／4インチ（19mm）厚さSCPパネルを使用して構築された単一床ダイヤフラムの水平ダイヤフラム強度を、ASTME-455-98建物用の枠組床または屋根ダイヤフラム構築物の、静止荷重試験、単一梁方法(Static Load Testing of Framed Floor or Roof Diaphragm Construction for Buildings, single beam method)を使用して求める。

【0164】

試験品材料

【0165】

A. 床ダイヤフラム材料

プロトタイプ3／4”（19mm）SCP-ガラス繊維ストランドで強化された本発明の構造用セメントパネル。1つの「V」字形雌実および雄実が4'×8'（122cm×244cm）シートの8'（244cm）寸法に沿って配置される。この床ダイヤフラム試験のSCPパネル実施例に使用される配合は表18Aに記載されている。

40

表 18A

反応性粉体混合物	
含有物	重量比率(%)
ポルトランドセメント	29
硫酸カルシウムアルファ半水化物	58
シリカヒューム	12
石灰	1
SCPセメント質成分	
含有物	重量比率(%)
ポルトランドセメント	12.2
硫酸カルシウムアルファ半水化物	24.4
シリカヒューム	5.1
石灰	0.4
セラミック微小球	27.4
流動化剤	1.9
水	24.2
耐アルカリガラス繊維 ¹	4.4
1.重量比率は、成分中の耐アルカリガラス繊維1.8%容積比率に対応する。 床ダイアフラム試験に使用されたガラス繊維の長さ～36mm。	

【0166】

留め具～周囲に沿って芯々間隔6" (152mm) で、かつパネルの領域内で芯々間隔12" (304mm) の間隔の#8-18×1-5/8" (41.3mm) 長さのBUGLE HEAD GRABBER SUPER DRIVE (商標) ねじ。全ての留め具は、パネル縁部から最小3/4インチ (19mm) 内側に、かつ継ぎ目から1/2インチ (12.7mm) 内側に配置された。パネルの角では、留め具は2インチ (50.8mm) 内側に配置された。

【0167】

接着剤～Flexible Products Company of Canada, Inc. によって製造された、ENERFOAM SFポリウレタンフォーム接着剤が全ての突き合せ継ぎ手部分、および本実継ぎ手部分に塗布された。1つの3/8" (19mm) ビードが定位置に設置する前に雌実の底部に施工された。3/8" (19mm) の隙間が、継ぎ手を互いに摺動させる前に1つの接着剤の3/8" (19mm) ビードがこの隙間内に施工できるように、つぎ合わせ継ぎ手部のところに残された。

【0168】

B. 床枠組

図8は、組み立てられた金属、例えば鋼の床枠組を示す。これは以下の部品を含む。すなわち、

A. 横断根太150-16ゲージ×10インチ (254mm) 深さ×10フィート (3.04m) 長さのDietrich industriesによって製造されたTrade Ready (商標) 根太。これらの根太はDietrich TDW5 W 10 I N×L 10 FT 28324013 16 GAUGE G60 50KSIの印が押されている。

B. 長手方向リムトラック152-16ゲージ×10-3/16" (274mm) 深さ×16' (488cm) 長さの、芯々間隔で24" (610mm) 間隔の開いた事前曲げされた根太取付け位置を有するDietrich Industriesによって製造されたリムトラック。このトラックはDietrich TD16W9 1/4 I N×L 16 FT 28323858 16 GAUGE 3RD Flと印が付けられている。

C. 0.125" (3.18mm) 厚さ×2" (50.8mm) ×2" (50.8mm) アングル154 (図10) が、横方向端部根太156のそれぞれに、支承側のところから開始し荷重側アングルから3インチ (76.2mm) までにわたり間隔を開けて配置され

、芯々間隔で6" (152mm) でそれぞれの端部横断根太に、#10-1" (25.4mm) DRIVALLねじで固定された。

D. 留め具

枠組部を取り付けるための、#10-16×3/4" (19mm) 長さの六角頭、DRIVALLねじ。

最外縁部周りで芯々間隔6" (152mm) で、かつ突き合せ継ぎ手部の両側で枠組に取り付けるための、#10-16×3/4" (19mm) 長さのウエハ頭、セルフドリリングねじ。

【0169】

試験品構築

1つの試験サンプルが10'-0"×20'-0" (305mm×610mm) の全体寸法に構築された。図8は、この金属枠の斜視図を示す。

【0170】

図9は、図8の枠の一部分の拡大図を示す。

【0171】

図10は図8の枠の一部分AAの拡大図を示す。

【0172】

図11は、金属枠に取り付けられた、ただし図5aのものと同様な雄実および雌実縁部(図示せず)を有するように製造された、(パネル寸法付きの)SCPパネル120の上

面図を示す。

【0173】

図12、13、14、15は、図11の床のそれぞれの部分BB、CC、DDおよびEの拡大図を示す。

【0174】

A. この根太は、各々の端部のところで、事前に曲げられたタブを貫通して根太の側面内に入れられた3つの六角頭#10-16×3/4" (19mm) 長さのDrivallねじ、およびリムトラックの頂部を貫通して根太内に入れられた1つの#10-16×3/4" (19mm) 長さのウエハ頭のセルフドリリングねじを使用してリムトラックに取り付けられた。5" (127mm) 長さの0.078" (1.98mm) 厚さ×1-1/2" (38mm) ×4" (102mm) のアングル鋼もやはりそれぞれの根太に芯々間隔1" (25.4mm) で、3/4" (19mm) 長さのDRIVALLねじで固定され、かつ1つの3/4" (19mm) 長さのDRIVALLねじでリムトラックに固定された。

【0175】

B. 各端部に2インチ(50.8mm)長さ×1-3/4インチ(44.5mm)のタブを有する1-1/2" (38.1mm) ×2-5/8" (66.7mm) ×21-3/4" (552mm) KATZころび止め(blocking)158が床の中央線を横切って根太の底部に固定された。このころび止め158は、各KATZころび止め部材158の端部を貫通する1つの#10-16×3/4" (19mm) 長さのDrivallねじを使用して取り付けられた。特に、このKATZころび止め158は、中間点のどちら側にも交互交代に位置決めすることによって横断根太50の間に配置され、かつタブ毎に1つの#10-16×3/4" (19mm) 長さのDRIVALLねじによって取り付けられる。

【0176】

C. 追加の水平ころび止めが、点荷重に対するリムトラック152を強化する目的で、2つの位置で、荷重側でリムトラック152に加えられた。すなわち、荷重支持用の24インチ(610mm)ころび止め157が、多数の横断根太150の間の長手方向リムトラックに沿って設けられた。20インチ(508mm)長さのころび止め159が各々の横断端部根太とそれぞれの最後から2番目の横断端部根太の間に、全体的に枠の長手方向軸に沿って4つの#10-16×3/4" (19mm) 長さのDRIVALLねじによって各端部に固定される。

【0177】

D. この枠は方形にされ、次いでプロトタイプのSCPパネルが図11に示すようにその枠に固定された。このプロトタイプSCPは、周囲周りに芯々間隔6" (152mm) で、かつ角から2" (50.8mm) 内側で、かつ領域内で芯々間隔12インチ (305mm) で、#8-18×1-5/8" (41.3mm) 長さのビューグル(bugle)頭のGRABBER SUPER DRIVE (商標) ねじ (有翼のセルフドリリングねじ162) によって固定された。留め具が確実にプロトタイプSCPの表面と面一または若干下に維持され、かつ鋼枠組内で拔出さないように注意された。突き合せ継ぎ手部および本実位置では、Flexible Products Company of Canada, Inc. によって製造されるENERFOAM SFポリウレタンフォーム接着剤の3/8 (9.53mm) インチビードが継ぎ手部に施工された。

10

【0178】

E. 次いで、1/8" (3.18mm) × 2" (50.8mm) × 2" (50.8mm) 鉄アングルが、支承部のところで根太のペしゃんこになるのを最小限にしかつ頂部プレート部材の代わりをするように、根太の底部と面一に端部根太に固定された。追加の6インチ (152mm) 長さのアングルが、やはりペしゃんこになるのを最小限にするために、根太の頂部と面一に端部根太の支承側のところに固定された。

【0179】

F. この試験サンプルは、接着剤が硬化できるように最小36時間の間固定された。

【0180】

G. 図16は、コンクリート床98上でサンプル80の周囲周りで芯々間隔2フィート (610mm) で器具ローラ(appliance roller) 70によって支持された (図17)、図9の取り付けられた床120を有する、図8の枠160から作られた試験サンプル80を示す。

20

【0181】

図17は、図16の部分FFの拡大図を示す。支承支持部74、84が試験サンプル80の両端に配置された。3つの荷重シリンダ80が試験サンプル80の対向する側面に配置された。荷重は、床試験サンプル80に荷重を均一に加えるように、シリンダから鋼梁を介して、6つの18" (457mm) 支承ブロックに加えられた。5つのダイヤル指示器が、曲がりを測定するために試験サンプル80の支承側に沿って配置された。図17は、スぺーサ90、約1/8インチ (3.18mm) 隙間96および18インチ (457mm) 荷重ブロック94を有して設けられた押さえ具92を示す。この押さえ具92はセメント98内に搭載される。別の押さえ具82は、試験サンプル80のもう1つの端部に設けられる。押さえ具92は、中実のローラ72上に支持される。

30

【0182】

試験装置

- A. 3つのENERPAC Model P-39油圧手動ポンプ。
- B. 3つのENERPAC Model RC-1010油圧シリンダ。
- C. 5つのダイヤル指示器：移動距離2インチ (50.8mm)、0.001インチ (0.0254mm) 増分量。
- D. 3個のOmeg aデジタルメータ。
- E. 3個のOmeg a圧力変換器。
- F. 3つの6フィート (183cm) Iビーム。
- G. 床にボルト留めされた5つの剛性支承部。

40

【0183】

手順

- A. 荷重は、各荷重点に1つある、3つの1-1/2インチ (38.1mm) 直径×10インチ (254mm) ストロークのシリンダを使用して発生させた。加えられた力は3つのデジタルメータおよび圧力変換器で測定された。加えられた力の永続的な記録は、添付のデータシートに行われた。

【0184】

50

B. 荷重は、必要とされる荷重がデジタルメータに指示されるまで、機械的力を作り出すように油圧を加えることによって発生させた。

【0185】

C. 床アセンブリ全体は700ポンド(318kg)の増分量で荷重が掛けられた。各荷重は、撓みの読みが行われる前1分間保持された。14,000ポンド(6360kg)の撓みの読みが行われた後、アセンブリは次いで1分間に約2800ポンド(1270kg)の割合で、破壊が起きるまで荷重が掛けられた。

【0186】

図19は、図16の試験装置に搭載されたSCPパネルおよび金属枠床の、設計荷重での写真を示す。

10

【0187】

図20は、図16の試験装置に搭載されたSCPパネルおよび金属枠床の、破損したときの写真を示す。

【0188】

試験結果

表19は、上記で説明した床アセンブリ全体に荷重を加える床ダイアフラム試験の結果を示す。この床は120インチ(3050mm)の幅を有する。

【0189】

安全率3.0を使用すると、以下の値が得られた。

最大荷重=14,618.5ポンド/10.0フィート(2.17トン/m)=1,461.8PLF(リニアフィート当たりのポンド)

設計剪断強度=1461.8/3.0安全率=487.2PLF

【0190】

設計剪断強度は、最大荷重を安全率3で割って計算される。

【0191】

表20は、床に荷重を加えることに起因して起きた結果としての撓みを示す。図18は、表20のデータをグラフで表す。図18は、図16の床ダイアフラム試験装置を使用した、3/4インチ(19mm)構造用セメントパネル(SCPパネル)を使用した床ダイアフラム試験からの実験的な荷重：撓みデータを示す。

【0192】

30

表21は、支承点で試験サンプル床に荷重を加えることからの平均支承撓みを示す。

【0193】

この単一の試験サンプルから得られたデータに基づき、以下のように構築される上記で説明した単一の床ダイアフラムサンプルから、設計剪断強度487.2PLF(リニアフィート当たりのポンド)を達成することができる。

表 19ー床ダイアフラム試験

床幅：120インチ；設計荷重：420P.L.F(推定)				
	床試験荷重			
荷重増分量	合計上限荷重 (ポンド)	荷重NO.1 (ポンド)	荷重NO.2 (ポンド)	荷重NO.3 (ポンド)
無荷重	0	0	0	0
1	700	233	233	233
2	1400	467	467	467
3	2100	700	700	700
4	2800	933	933	933
5	3500	1167	1167	1167
6	4200	1400	1400	1400
7	4900	1633	1633	1633
8	5600	1867	1867	1867
9	6300	2100	2100	2100
10	7000	2333	2333	2333
11	7700	2567	2567	2567
設計荷重	8400	2800	2800	2800
13	9100	3033	3033	3033
14	9800	3267	3267	3267
15	10500	3500	3500	3500
16	11200	3733	3733	3733
17	11900	3967	3967	3967
18	14000	4667	4667	4667
最大荷重	29237	9717	9750	9770
設計荷重 487.3P.L.F				

10

20

表20—構築中の温度および湿度：71°F（21.7°C）／32%

試験中の温度および湿度：73°F（22.8°C）／35%

サンプル説明：ENEFOAM SFポリウレタンフォーム接着剤を使用して、
16ゲージ10インチ（254mm）鋼根太に接着されたプロトタイプ3／4インチ
（19mm）SCP

床試験荷重									
時間 荷重/ 読み	荷重 増分量	荷重 (ポンド)	純スパン						得られた 撓み *
			指示器#2		指示器#3		指示器#4		
			読み	撓み	読み	撓み	読み	撓み	
9:30	無荷重	0	0.100		0.100		0.100		
9:31/9:32	1	700	0.168	0.068	0.155	0.055	0.133	0.033	0.003
9:33/9:34	2	1400	0.185	0.085	0.169	0.069	0.151	0.051	0.005
9:35/9:36	3	2100	0.203	0.103	0.185	0.085	0.163	0.063	0.009
9:37/9:38	4	2800	0.219	0.119	0.199	0.099	0.174	0.074	0.013
9:39/9:40	5	3500	0.231	0.131	0.210	0.110	0.184	0.084	0.016
9:41/9:42	6	4200	0.242	0.142	0.222	0.122	0.194	0.094	0.021
9:43/9:44	7	4900	0.253	0.153	0.233	0.133	0.204	0.104	0.025
9:45/9:46	8	5600	0.265	0.165	0.244	0.144	0.214	0.114	0.030
9:47/9:48	9	6300	0.276	0.176	0.255	0.155	0.224	0.124	0.034
9:49/9:50	10	7000	0.288	0.188	0.267	0.167	0.234	0.134	0.039
9:51/9:52	11	7700	0.300	0.200	0.279	0.179	0.244	0.144	0.045
9:53/9:54	設計荷重	8400	0.311	0.211	0.290	0.190	0.255	0.155	0.050
9:55/9:56	13	9100	0.321	0.221	0.302	0.202	0.264	0.164	0.057
9:57/9:58	14	9800	0.334	0.234	0.314	0.214	0.275	0.175	0.062
9:59/10:00	15	10500	0.346	0.246	0.327	0.227	0.290	0.190	0.067
10:01/10:02	16	11200	0.359	0.259	0.343	0.243	0.306	0.206	0.076
10:03/10:04	17	11900	0.373	0.273	0.360	0.260	0.327	0.227	0.084
10:05/10:06	18	14000	0.412	0.312	0.413	0.313	0.387	0.287	0.111

破断モード:端部#2～中間列の4'シート上で、かつ荷重側の95-1/2"シートのところで、
本実継ぎ部が滑ったときつき合わせ継ぎ手部が分離。二次破断～支承側の端部から約6'内側で
シート剪断(図20参照)。

*得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。
図18はこのデータをグラフで示す。

10

20

30

表 2 1

			支 承 点				
時間 荷重/ 読み	荷重 増分量	荷重 (ポンド)	指示器#1		指示器#5		平均支承撓み
			読み	撓み	読み	撓み	
9:30	無荷重	0	0.000		0.100		
9:31/9:32	1	700	0.080	0.080	0.125	0.025	0.053
9:33/9:34	2	1400	0.096	0.096	0.132	0.032	0.064
9:35/9:36	3	2100	0.113	0.113	0.138	0.038	0.076
9:37/9:38	4	2800	0.127	0.127	0.145	0.045	0.086
9:39/9:40	5	3500	0.137	0.137	0.151	0.051	0.094
9:41/9:42	6	4200	0.145	0.145	0.158	0.058	0.102
9:43/9:44	7	4900	0.152	0.152	0.165	0.065	0.109
9:45/9:46	8	5600	0.158	0.158	0.171	0.071	0.115
9:47/9:48	9	6300	0.166	0.166	0.177	0.077	0.122
9:49/9:50	10	7000	0.174	0.174	0.183	0.083	0.129
9:51/9:52	11	7700	0.179	0.179	0.190	0.090	0.135
9:53/9:54	設計荷重	8400	0.185	0.185	0.195	0.095	0.140
9:55/9:56	13	9100	0.191	0.191	0.200	0.100	0.146
9:57/9:58	14	9800	0.197	0.197	0.207	0.107	0.152
9:59/10:00	15	10500	0.203	0.203	0.217	0.117	0.160
10:01/10:02	16	11200	0.208	0.208	0.226	0.126	0.167
10:03/10:04	17	11900	0.214	0.214	0.238	0.138	0.176
10:05/10:06	18	14000	0.227	0.227	0.278	0.178	0.203

【 0 1 9 4 】

実施例 7

この実施例は、プロトタイプ 3 / 4 インチ (1 9 mm) 厚さ S C P パネルを使用するアセンブリの水平ダイヤフラム強度に対する水暴露の影響を、A S T M E 4 5 5 - 9 8 建物用の枠組床または屋根ダイヤフラム構築物の静止荷重試験、単一梁方法を使用して求める。

【 0 1 9 5 】

試験品材料

【 0 1 9 6 】

A. 床ダイヤフラム材料

ガラス繊維ストランドによって強化された 3 / 4 インチ (1 9 mm) S C P パネル。1 つの「V」字形の雄実および雌実が 4 フィート × 8 フィート (1 2 3 c m × 2 4 6 c m) シートの 8 フィート寸法に沿って配置される。

【 0 1 9 7 】

使用された留め具は、周囲に沿って芯々間隔 6 " (1 5 mm) で、かつパネルの領域内で芯々間隔 1 2 インチ (3 0 4 mm) の間隔の開いた、G R A B B E R C o n s t r u c t i o n P r o d u c t s から入手可能な # 8 - 1 8 × 1 - 5 / 8 インチ (4 1 . 3 mm) 長さの、ビューグル頭の G R A B B E R S U P E R D R I V E ねじを含んでいた。全ての留め具は、パネル縁部から最小 3 / 4 インチ (1 9 mm) 内側に、かつ継ぎ目から 1 / 2 インチに配置された。パネル角では、留め具は 2 インチ (5 0 . 8 mm) 内側に配置された。留め具配置は図 1 1 参照。

【 0 1 9 8 】

B. 床枠組

根太は D i e t r i c h I n d u s t r i e s によって製造された C S J 1 6 ゲージ × 8 インチ (2 0 3 mm) 深さ × 1 0 フィート (3 . 0 4 m) リムトラックを含んでいた。

【 0 1 9 9 】

試験品構築

4つの試験サンプルが、実施例6で上記で説明した試験サンプルのように、10' - 0" × 20' - 0" (203 cm × 406 cm) の全体寸法に構築された。図8は、この金属枠の斜視図を示す。

【0200】

しかしながら、この枠は方形にされ、次いでプロトタイプのSCPパネルが図11に示すようにその枠に固定された。このプロトタイプSCPは、周囲周りで芯々間隔6" (152 mm) で、かつ角から2" (50.8 mm) 内側に、かつ領域内で芯々間隔12インチ (305 mm) で、#8 - 18 × 1 - 5 / 8" (41.3 mm) 長さのビューグル頭のGRABBER SUPER DRIVEねじ (有翼のセルフドリリングねじ162) によって固定された。この留め具が確実にプロトタイプSCPの表面と面一またはわずかに下に維持され、かつ鋼枠組内で抜け出さないようにも注意された。実施例6の試験サンプルと対照的に、突き合せ継ぎ手部および本実継ぎ位置では、Flexible Products Company of Canada, Inc. によって製造されるENERFOAM SFポリウレタンフォーム接着剤の3 / 8 (9.53 mm) インチビードが継ぎ手部に施工されなかった。

10

【0201】

試験装置

- A. 4つのENERPAC Model P-39油圧手動ポンプ。
- B. 4つのENERPAC Model RC-1010油圧シリンダ。
- C. 5つのダイヤル指示器：移動距離2インチ (50.8 mm)、増分量0.001インチ (0.0254 mm)。
- D. 4個のOMEGAデジタルメータ。
- E. 4個のOMEGA圧力変換器。
- F. 4つの6フィート (183 cm) Iビーム。
- G. 床にボルト留めされた6つの剛性支承部。

20

【0202】

手順

- A. 試験アセンブリのうちの2つが、「受け取ったままの」状態、またはドライ状態で試験され、2つのサンプルが最低24時間1" (25.4 mm) 水頭の水を存在させた後で試験された。

30

【0203】

- B. 荷重は、各荷重点に1つある、4つの1 - 1 / 2インチ (38.1 mm) 直径の油圧シリンダを使用して発生させた。加えられた力は、4つの較正されたデジタルメータおよび圧力変換器で測定された。加えられた力の永続的な記録は、添付のデータシートに行われた。

【0204】

- C. 荷重は、必要とされる荷重がデジタルメータに指示されるまで、機械的力を作り出すように油圧を加えることによって発生させた。

【0205】

- D. 床アセンブリ全体は700ポンド (318 kg) の増加分で荷重が掛けられた。各荷重は、撓みの読みが行われる前1分間保持された。14000ポンド (6360 kg) の撓みの読みが行われた後、アセンブリは次いで1分間に約2800ポンド (1270 kg) の割合で、破壊が起きるまで荷重が掛けられた。

40

【0206】

試験結果

表22~38および図24および25は、上記で説明した床アセンブリ全体に荷重を加えた床ダイアフラム試験の結果を示す。この床は120インチ (3050 mm) の幅を有する。図24は、ドライ試験1およびドライ試験2のデータを示す。図25は、ウェット試験1およびウェット試験2のデータを示す。

【0207】

50

安全率 3.0 を使用すると、以下の値が得られた。

ドライサンプルの平均最大荷重 = 15,908.2 ポンド / 10 フィート (2.37 トン / m) = 1,590.8 P L F

ドライサンプルの設計剪断強度 = 1590.8 P L F / 3.0 安全率 = 530.2 P L F

ウェットサンプルの平均最大荷重 = 14,544.5 ポンド / 10 フィート (21.63 トン / m) = 1,454.4 P L F

ウェットサンプルの設計剪断強度 = 1454.4 P L F / 3.0 安全率 = 484.8 P L F

【0208】

これらの結果は、24 時間水に連続暴露した後、約 91 % 以上のダイヤフラム強度の保持を示す。

表 22-床ダイヤフラム試験；床幅 120 インチ；設計荷重 420 P. L. F
(ドライ試験 1)

荷重増分量	合計上限荷重 (ポンド)	床試験荷重			
		荷重NO.1 (ポンド)	荷重NO.2 (ポンド)	荷重NO.3 (ポンド)	荷重NO.4 (ポンド)
無荷重	0	0	0	0	0
1	700	175	175	175	175
2	1400	350	350	350	350
3	2100	525	525	525	525
4	2800	700	700	700	700
5	3500	875	875	875	875
6	4200	1050	1050	1050	1050
7	4900	1225	1225	1225	1225
8	5600	1400	1400	1400	1400
9	6300	1575	1575	1575	1575
10	7000	1750	1750	1750	1750
11	7700	1925	1925	1925	1925
設計荷重	8400	2100	2100	2100	2100
13	9100	2275	2275	2275	2275
14	9800	2450	2450	2450	2450
15	10500	2625	2625	2625	2625
16	11200	2800	2800	2800	2800
17	11900	2975	2975	2975	2975
18	14000	3500	3500	3500	3500
最大荷重	28,665	7,039	7,317	7,262	7,047
設計荷重 477.8 P.L.F					
この表には 2 つの設計荷重がある。試験を企画し試験装置のサイズを決めるのに最初に第 1 の設計荷重、ここでは 420 P.L.F を仮定する。測定された 477.8 P.L.F は、実際の測定値に安全率を加えたものから求められた実際の設計荷重である。					

10

20

30

40

表 2 3 - 床ダイアフラム試験 (ドライ試験 1)

純スパン								
荷重 増分量	荷重 (ポンド)	指示器#2		指示器#3		指示器#4		得られた 撓み*
		読み	撓み	読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0	0.154	----	0.084	----	0.094	----	----
1	700	0.187	0.033	0.128	0.044	0.148	0.054	0.044
2	1400	0.225	0.071	0.165	0.081	0.182	0.088	0.081
3	2100	0.244	0.090	0.187	0.103	0.202	0.108	0.103
4	2800	0.260	0.106	0.211	0.127	0.223	0.129	0.127
5	3500	0.275	0.121	0.228	0.144	0.242	0.148	0.144
6	4200	0.291	0.137	0.250	0.166	0.265	0.171	0.166
7	4900	0.308	0.154	0.274	0.190	0.292	0.198	0.190
8	5600	0.325	0.171	0.295	0.211	0.316	0.222	0.211
9	6300	0.338	0.184	0.309	0.225	0.326	0.232	0.224
10	7000	0.354	0.200	0.327	0.243	0.341	0.247	0.241
11	7700	0.369	0.215	0.344	0.260	0.356	0.262	0.258
設計荷重	8400	0.386	0.232	0.362	0.278	0.372	0.278	0.276
13	9100	0.402	0.248	0.380	0.296	0.385	0.291	0.293
14	9800	0.425	0.271	0.405	0.321	0.410	0.316	0.313
15	10500	0.454	0.300	0.442	0.358	0.449	0.355	0.325
16	11200	0.495	0.341	0.490	0.406	0.502	0.408	0.348
17	11900	0.512	0.358	0.521	0.437	0.535	0.441	0.367
18	14000	0.569	0.415	0.596	0.512	0.614	0.520	0.422
構築中の温度および湿度:65°F(18.3°C)/31% 試験中の温度および湿度:65°F(18.3°C)/31% サンプル種類: 16ゲージ-10インチ(254mm)鋼根太に固定された3/4インチ(19mm) SCPパネル 破断モード: いくつかのつき合わせ継ぎ手部がいくつかの位置で開き、留め具の ところでセメントボードの縁部に沿ってセメントボードコアの破断を引き起こした。 *得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。								

10

20

表 24ー床ダイアフラム試験（ドライ試験 1）

		支 承 点				平均支承撓み
荷重 増分量	荷重 (ポンド)	指示器#1		指示器#5		
		読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0 lbs	0.069	----	0.266	----	----
1	700	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
2	1400	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
3	2100	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
4	2800	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
5	3500	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
6	4200	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
7	4900	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
8	5600	0.069	0.000	0.266	0.000	0.000
9	6300	0.070	0.001	0.267	0.001	0.001
10	7000	0.072	0.003	0.267	0.001	0.002
11	7700	0.072	0.003	0.267	0.001	0.002
設計荷重	8400	0.073	0.004	0.267	0.001	0.003
13	9100	0.075	0.006	0.267	0.001	0.004
14	9800	0.083	0.014	0.268	0.002	0.008
15	10500	0.094	0.025	0.307	0.041	0.033
16	11200	0.105	0.036	0.346	0.080	0.058
17	11900	0.107	0.038	0.369	0.103	0.071
18	14000	0.114	0.045	0.402	0.136	0.091
表23の支承部指示器2、3および4(「純スパン」と印が付けられている)は、枠の2つの対向する端部のところの支持点間の領域の、試験品に沿った計測器である。表24の支承部指示器1および5は、この試験品の支持点のところにある。						

表 25ー床ダイアフラム試験；床幅 120 インチ；設計荷重 420 P. L. F
(ドライ試験 2)

床試験荷重					
荷重 増分量	合計上限荷重 (ポンド)	荷重NO.1 (ポンド)	荷重NO.2 (ポンド)	荷重NO.3 (ポンド)	荷重NO.4 (ポンド)
無荷重	0	0	0	0	0
1	700	175	175	175	175
2	1400	350	350	350	350
3	2100	525	525	525	525
4	2800	700	700	700	700
5	3500	875	875	875	875
6	4200	1050	1050	1050	1050
7	4900	1225	1225	1225	1225
8	5600	1400	1400	1400	1400
9	6300	1575	1575	1575	1575
10	7000	1750	1750	1750	1750
11	7700	1925	1925	1925	1925
設計荷重	8400	2100	2100	2100	2100
13	9100	2275	2275	2275	2275
14	9800	2450	2450	2450	2450
15	10500	2625	2625	2625	2625
16	11200	2800	2800	2800	2800
17	11900	2975	2975	2975	2975
18	14000	3500	3500	3500	3500
最大荷重	34,968	8,900	8,653	8,715	8,700

設計荷重582.8P.L.F

10

20

30

40

50

表 2 6 ー床ダイアフラム試験（ドライ試験 2）

		純スパン						得られた 撓み*
荷重 増分量	荷重 (ポンド)	指示器#2		指示器#3		指示器#4		
		読み	撓み	読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0 lbs.	0.290	----	0.127	----	0.231	----	----
1	700 lbs.	0.322	0.032	0.156	0.029	0.250	0.019	0.028
2	1400 lbs.	0.342	0.052	0.178	0.051	0.270	0.039	0.050
3	2100 lbs.	0.365	0.075	0.202	0.075	0.292	0.061	0.073
4	2800 lbs.	0.381	0.091	0.222	0.095	0.312	0.081	0.092
5	3500 lbs.	0.398	0.108	0.244	0.117	0.334	0.103	0.113
6	4200 lbs.	0.414	0.124	0.265	0.138	0.354	0.123	0.133
7	4900 lbs.	0.429	0.139	0.285	0.158	0.375	0.144	0.152
8	5600 lbs.	0.446	0.156	0.307	0.180	0.396	0.165	0.173
9	6300 lbs.	0.463	0.173	0.328	0.201	0.415	0.184	0.192
10	7000 lbs.	0.478	0.188	0.345	0.218	0.433	0.202	0.209
11	7700 lbs.	0.493	0.203	0.363	0.236	0.450	0.219	0.225
設計荷重	8400 lbs.	0.510	0.220	0.486	0.259	0.471	0.240	0.247
13	9100 lbs.	0.525	0.235	0.404	0.277	0.490	0.259	0.265
14	9800 lbs.	0.543	0.253	0.429	0.302	0.513	0.282	0.289
15	10500 lbs.	0.562	0.272	0.454	0.327	0.540	0.309	0.313
16	11200 lbs.	0.581	0.291	0.478	0.351	0.564	0.333	0.337
17	11900 lbs.	0.600	0.310	0.500	0.373	0.585	0.354	0.358
18	14000 lbs.	0.655	0.365	0.565	0.438	0.640	0.409	0.421
構築中の温度および湿度:70°F(21.1°C)/50%								
試験中の温度および湿度:70°F(21.1°C)/48%								
サンプル種類: 16ゲージ-8インチ(203mm)鋼根太に固定された3/4インチ(19mm)SCPパネル								
破断モード: いくつかのつき合わせ継ぎ手部がいくつかの位置で開き、留め具のところで								
セメントボードの縁部に沿ってセメントボードコアの破断を引き起こした。								
*得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。								

10

20

表 27-床ダイアフラム試験 (ドライ試験 2)

		支 承 点				平均支承撓み
荷重増分量	荷重 (ポンド)	指示器#1		指示器#5		
		読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0	0.124	----	0.201	----	----
1	700	0.125	0.001	0.202	0.001	0.001
2	1400	0.125	0.001	0.203	0.002	0.002
3	2100	0.127	0.003	0.203	0.002	0.003
4	2800	0.128	0.004	0.203	0.002	0.003
5	3500	0.129	0.005	0.204	0.003	0.004
6	4200	0.131	0.006	0.205	0.004	0.005
7	4900	0.132	0.007	0.206	0.005	0.006
8	5600	0.134	0.010	0.206	0.005	0.007
9	6300	0.136	0.012	0.207	0.006	0.009
10	7000	0.137	0.013	0.208	0.006	0.009
11	7700	0.139	0.015	0.208	0.007	0.011
設計荷重	8400	0.141	0.017	0.208	0.007	0.012
13	9100	0.141	0.017	0.208	0.007	0.012
14	9800	0.143	0.019	0.208	0.007	0.013
15	10500	0.145	0.021	0.209	0.008	0.015
16	11200	0.145	0.021	0.209	0.008	0.015
17	11900	0.147	0.023	0.209	0.008	0.016
18	14000	0.150	0.026	0.209	0.008	0.017
構築中の温度および湿度:70°F(21.1°C)/50%						
試験中の温度および湿度:70°F(21.1°C)/48%						
サンプル種類：16ゲージ-8インチ(203mm)鋼根太に固定された3/4インチ(19mm)SCPパネル						
破断モード：いくつかのつき合わせ継ぎ手部がいくつかの位置で開き、留め具のところでセメントボードの縁部に沿ってセメントボードコアの破断を引き起こした。						
*得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。						

10

20

30

表 28-床ダイアフラム試験（ウェット試験 1）；床幅 120 インチ（305 cm）；
設計荷重 420 P. L. F

床試験荷重					
荷重 増分量	合計上限荷重 (ポンド)	荷重NO.1 (ポンド)	荷重NO.2 (ポンド)	荷重NO.3 (ポンド)	荷重NO.4 (ポンド)
無荷重	0	0	0	0	0
1	700	175	175	175	175
2	1400	350	350	350	350
3	2100	525	525	525	525
4	2800	700	700	700	700
5	3500	875	875	875	875
6	4200	1050	1050	1050	1050
7	4900	1225	1225	1225	1225
8	5600	1400	1400	1400	1400
9	6300	1575	1575	1575	1575
10	7000	1750	1750	1750	1750
11	7700	1925	1925	1925	1925
設計荷重	8400	2100	2100	2100	2100
13	9100	2275	2275	2275	2275
14	9800	2450	2450	2450	2450
15	10500	2625	2625	2625	2625
16	11200	2800	2800	2800	2800
17	11900	2975	2975	2975	2975
18	14000	3500	3500	3500	3500
最大荷重	27,893	7,097	6,878	6,850	7,068
設計荷重 464.9P.L.F					

表 29-床ダイアフラム比較試験（ウェット試験 1）

		純スパン						得られた 撓み*
荷重 増分量	荷重 (ポンド)	指示器#2		指示器#3		指示器#4		
		読み	撓み	読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0	0.211	----	0.185	----	0.268	----	----
1	700	0.239	0.028	0.208	0.023	0.287	0.019	
2	1400	0.245	0.034	0.225	0.040	0.293	0.025	0.040
3	2100	0.267	0.056	0.239	0.054	0.316	0.048	0.053
4	2800	0.287	0.076	0.260	0.075	0.336	0.068	0.073
5	3500	0.304	0.093	0.280	0.095	0.354	0.086	0.093
6	4200	0.320	0.109	0.300	0.115	0.372	0.104	0.113
7	4900	0.335	0.124	0.318	0.133	0.388	0.120	0.131
8	5600	0.354	0.143	0.339	0.154	0.405	0.137	0.152
9	6300	0.369	0.158	0.356	0.171	0.421	0.153	0.168
10	7000	0.388	0.177	0.378	0.193	0.441	0.173	0.188
11	7700	0.405	0.194	0.398	0.213	0.458	0.190	0.207
設計荷重	8400	0.430	0.219	0.426	0.241	0.481	0.213	0.230
13	9100	0.469	0.258	0.463	0.278	0.508	0.240	0.252
14	9800	0.500	0.289	0.497	0.312	0.536	0.268	0.275
15	10500	0.521	0.310	0.522	0.337	0.558	0.290	0.298
16	11200	0.545	0.334	0.549	0.364	0.582	0.314	0.323
17	11900	0.569	0.358	0.579	0.394	0.610	0.342	0.351
18	14000	0.635	0.424	0.668	0.483	0.692	0.424	0.431

構築中の温度および湿度:65°F(18.3°C)/31%

試験中の温度および湿度:65°F(18.3°C)/31%

サンプル種類：16ゲージ-8インチ(203mm)鋼根太に固定された3/4インチ(19mm)SCPパネル

いくつかのつき合わせ継ぎ手部がいくつかの位置で開き、留め具のところでセメントボードの縁部に沿ってセメントボードコアの破断を引き起こした。

*得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。

10

20

30

40

50

表 30ー床ダイアフラム試験（ウェット試験 1）

		支 承 点				平均 支 承 撓 み
荷 重 増 分 量	荷 重 (ポ ン ド)	指 示 器 #1		指 示 器 #5		
		読 み	撓 み	読 み	撓 み	
無 荷 重	0	0.199	----	0.341	----	----
1	700	0.199	0.000	0.342	0.001	0.001
2	1400	0.199	0.000	0.342	0.001	0.001
3	2100	0.199	0.000	0.343	0.002	0.001
4	2800	0.199	0.000	0.345	0.004	0.002
5	3500	0.199	0.000	0.345	0.004	0.002
6	4200	0.199	0.000	0.345	0.004	0.002
7	4900	0.199	0.000	0.346	0.005	0.002
8	5600	0.199	0.000	0.346	0.005	0.002
9	6300	0.200	0.001	0.347	0.006	0.003
10	7000	0.203	0.004	0.347	0.006	0.005
11	7700	0.204	0.005	0.348	0.007	0.006
設計 荷 重	8400	0.214	0.015	0.348	0.007	0.011
13	9100	0.244	0.045	0.349	0.008	0.027
14	9800	0.265	0.066	0.349	0.008	0.037
15	10500	0.268	0.069	0.350	0.009	0.039
16	11200	0.272	0.073	0.351	0.010	0.042
17	11900	0.275	0.076	0.352	0.011	0.044
18	14000	0.289	0.090	0.355	0.014	0.052

構築中の温度および湿度:65°F(18.3°C)/31%
試験中の温度および湿度:65°F(18.3°C)/31%
サンプル種類：16ゲージ-8インチ(203mm)鋼根太に固定された3/4インチ(19mm)
SCPパネル

いくつかのつき合わせ継ぎ手部がいくつかの位置で開き、留め具のところでセメント
ボードの縁部に沿ってセメントボードコアの破断を引き起こした。

*得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。

10

20

30

表 3 1 ー床ダイアフラム試験（ウエット）；床幅；設計荷重 4 2 0 P. L. F、
（ウエット試験 2）

床試験荷重					
荷重 増分量	合計 上限荷重 (ポンド)	荷重NO.1 (ポンド)	荷重NO.2 (ポンド)	荷重NO.3 (ポンド)	荷重NO.4 (ポンド)
無荷重	0	0	0	0	0
1	700	175	175	175	175
2	1400	350	350	350	350
3	2100	525	525	525	525
4	2800	700	700	700	700
5	3500	875	875	875	875
6	4200	1050	1050	1050	1050
7	4900	1225	1225	1225	1225
8	5600	1400	1400	1400	1400
9	6300	1575	1575	1575	1575
10	7000	1750	1750	1750	1750
11	7700	1925	1925	1925	1925
設計荷重	8400	2100	2100	2100	2100
13	9100	2275	2275	2275	2275
14	9800	2450	2450	2450	2450
15	10500	2625	2625	2625	2625
16	11200	2800	2800	2800	2800
17	11900	2975	2975	2975	2975
18	14000	3500	3500	3500	3500
最大荷重	30,285	7,327	7,707	7,740	7,511
設計荷重 504.8 P.L.F					

10

20

表32ー床ダイアフラム比較試験（ウェット試験2）

純スパン								
荷重増分量	荷重 (ポンド)	指示器#2		指示器#3		指示器#4		得られた 撓み*
		読み	撓み	読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0	0.166	----	0.136	----	0.129	----	----
1	700	0.180	0.014	0.144	0.008	0.140	0.011	0.007
2	1400	0.193	0.027	0.156	0.020	0.150	0.021	0.019
3	2100	0.210	0.044	0.173	0.037	0.167	0.038	0.035
4	2800	0.228	0.062	0.192	0.056	0.181	0.052	0.054
5	3500	0.240	0.074	0.210	0.074	0.195	0.066	0.071
6	4200	0.268	0.102	0.233	0.197	0.213	0.084	0.094
7	4900	0.312	0.146	0.270	0.134	0.237	0.108	0.130
8	5600	0.337	0.171	0.293	0.157	0.255	0.126	0.152
9	6300	0.370	0.204	0.326	0.190	0.280	0.151	0.184
10	7000	0.387	0.221	0.345	0.209	0.295	0.166	0.201
11	7700	0.406	0.240	0.367	0.231	0.314	0.185	0.223
設計荷重	8400	0.423	0.257	0.386	0.250	0.330	0.201	0.241
13	9100	0.440	0.274	0.406	0.270	0.351	0.222	0.260
14	9800	0.451	0.285	0.427	0.291	0.368	0.239	0.279
15	10500	0.471	0.309	0.448	0.312	0.387	0.258	0.298
16	11200	0.491	0.325	0.468	0.332	0.405	0.276	0.316
17	11900	0.512	0.346	0.494	0.358	0.429	0.300	0.341
18	14000	0.569	0.393	0.553	0.417	0.482	0.353	0.396

構築中の温度および湿度:70°F(21.1°C)/50%
試験中の温度および湿度:70°F(21.1°C)/48%
サンプル種類: 16ゲージ-8インチ(203mm)鋼根太に固定された3/4インチ(19mm)
SCPパネル
破断モード: 床の荷重側のつき合わせ継ぎ手部が端部#1のところで開き、ねじの周りで
継ぎ手部に沿ってセメントボードに至るコアの破断を引き起こした。端部#1のところの
端部根太に沿ったねじがコアに起因してセメントボードを介して引っ張られた。
*得られた撓みは、支承部の平均撓み引く純スパンを横切る撓みの最大点に等しい。

表33ー床ダイアフラム試験（ウェット試験2）

		支 承 点				平均支承撓み
荷重増分量	荷重(ポンド)	指示器#1		指示器#5		
		読み	撓み	読み	撓み	
無荷重	0 lbs	0.075	----	0.110	----	----
1	700 lbs.	0.077	0.002	0.110	0.000	0.001
2	1400	0.078	0.003	0.110	0.000	0.002
3	2100	0.078	0.003	0.111	0.001	0.002
4	2800	0.078	0.003	0.111	0.001	0.002
5	3500	0.079	0.004	0.112	0.002	0.003
6	4200	0.079	0.004	0.112	0.002	0.003
7	4900	0.080	0.005	0.113	0.003	0.004
8	5600	0.083	0.008	0.113	0.003	0.006
9	6300	0.084	0.009	0.114	0.004	0.007
10	7000	0.086	0.011	0.115	0.005	0.008
11	7700	0.087	0.012	0.115	0.005	0.009
設計荷重	8400	0.089	0.014	0.115	0.005	0.010
13	9100	0.090	0.015	0.116	0.006	0.011
14	9800	0.092	0.017	0.118	0.008	0.013
15	10500	0.095	0.020	0.119	0.009	0.015
16	11200	0.097	0.022	0.120	0.010	0.016
17	11900	0.099	0.024	0.120	0.010	0.017
18	14000	0.105	0.030	0.123	0.013	0.022

表32の支承部指示器2、3および4(「純スパン」と印が付けられている)は、枠の2つの対向する端部のところの支持点間の領域の、試験品に沿った計測器である。

表33の支承部指示器1および5は、この試験品の支持点のところにある。

表 3 4 - 水吸収結果～3/4インチ(19mm)厚さのSCPパネル

試験品	浸漬前の重量	浸漬後の重量	重量増加	重量増加パーセント
A	2069.0 g	2082.3 g	13.3 g	0.6%
B	2109.1 g	2112.6 g	3.5 g	0.2%
C	2145.0 g	2149.9 g	4.9 g	0.2%
平均水吸収量				0.3%
このデータは、上記の「ウエット」および「ドライ」試験で試験された成分のSCPパネルの12インチ×12インチ(305mm×305mm)試験品の試験品A、BおよびCに対して行われた湿分含有量に対するものである。この湿分含有量試験では、試験品は2インチ(50.8mm)水頭の水中に24時間浸漬される。				

10

表 3 5 - 3/4インチ(19mm)SCPパネルの湿分含有量

試験品	乾燥後の重量(g)	浸漬試験前			浸漬試験後		
		浸漬前のサンプル重量(g)	重量損失(g)	重量損失パーセント	浸漬後のサンプル重量(g)	重量損失(g)	重量損失パーセント
A	1801.9	2069.0	267.1	12.9%	2082.3	280.4	13.5%
B	1875.5	2109.1	230.6	10.9%	2112.6	234.1	11.1%
C	1904.5	2145.0	240.5	11.2%	2149.9	245.4	11.4%
平均湿分含有量				11.7%			12.0%

20

表 3 6 - 3/4インチ(19mm)厚さのSCPパネルのボード膨張(寸法はインチ)

試験品	幅1	幅2	厚さ1	厚さ2	厚さ3	厚さ4
A-浸漬前	12.146	11.907	0.717	0.715	0.697	0.704
A-浸漬後	12.146	11.907	0.717	0.715	0.697	0.704
差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-浸漬前	12.072	11.940	0.710	0.740	0.732	0.715
B-浸漬後	12.072	11.940	0.710	0.740	0.732	0.715
差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C-浸漬前	12.065	11.970	0.755	0.740	0.730	0.750
C-浸漬後	12.065	11.970	0.755	0.740	0.730	0.750
差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

30

【0209】

実施例 8 重量比および構造体深さに対する剛性

40

【0210】

重量比に対する剛性

(10フィート(3.04m)～40フィート(12.2m)の範囲の)所与のスパン、(20～100psf(97.8～489kg/m²)の範囲の)活荷重および撓み基準(合計荷重で最大L/240)に対して、SCP/鋼枠床構造体は、従来型の波形金属デッキ/コンクリートまたはプレキャスト平割板システムより少ない死荷重を有して構造体要件に合致する。一例として、以下の設計基準を使用すると：

連続支承壁支持体上のスパン20フィート(610mm)

平方フィート当たり80ポンド(391kg/m²)の活荷重

軽商業から多階家族居住用までの建物使用

50

撓み基準～合計荷重で $L/240$

【0211】

比較された異なるシステムの概略図が、図26、27、28および29に含まれる。これらは、重量比に対する剛性の計算がこれらの構成部品の物理的特性に基づいた仮定のシステムである。

【0212】

図26は、12インチ(30.5cm)深さの金属根太410上のシー징ングとして3/4インチ(19mm)厚さのSCPパネル402を使用するSCP構造床システム400を示す。このSCPパネル402は、3/4インチ(1.9cm)の厚さ「H2」を有する。金属根太410は、組み合わされた厚さ12-3/4インチ(32.4cm)の「H3」に対して12インチ(30.5cm)の厚さ「H3」を有する。

【0213】

図27は、6インチ(15.2cm)の厚さ「H4」を有するプレキャストパネル420を含むプレキャスト平割板システムを示す。

【0214】

図28は、17-9/16インチ(44.6cm)の全体厚さ「H5」に対し、14インチ(35.6cm)の深さ「H7」を有するK3バー根太上に、9/16インチ(1.4cm)22ゲージ波型金属デッキ、その上に3インチ(7.6cm)の厚さ「H6」を有するコンクリート上掛け部を有するバー根太/デッキ/スラブシステム430を示す。

【0215】

図29は、20-3/4インチ(52.7cm)の全体深さ「H10」に対し、20インチ(50.8cm)の深さ「H9」を有する木材根太上に3/4インチ(1.9cm)の厚さ「H8」を有する合板のシー징ング444を含むシステム440を示す。

【0216】

異なるシステムに対する死荷重および構造体の深さの比較を以下の表37に示す。死荷重の計算値は表38～41に与えられる。

表37-異なるシステムに対する死荷重および構造体の深さの比較

床構造体システム	死荷重(psf)	構造体の深さ(インチ)
SCPシステム	9.0	12.75 ¹
プレキャスト平割板	49.0	6.0 ²
バー根太/デッキ/スラブ	30.4	17.0 ³
合板/木材根太	6.1	20.75 ⁴
注:		
1.12"深さC字形根太および3/4"SCP床シー징ング		
2.6"深さのプレキャスト平割板～頂部スラブなし		
3.14"深さK3鋼バー根太および3"コンクリート上掛け		
4.20"深さTJI L90木材根太および3/4"合板シー징ング		

表38-構造基準を満たすためのSCPシステムに対する死荷重の計算

材料品目	死荷重(平方フィート当りのポンド)
3/4"厚さのSCPパネル	4.7
鋼枠組 12"C字形根太、14ゲージ、24"芯々間隔 交差ころび止め、16ゲージ、根太当り2個 (各3760×2lf×4773lb/ft) リムトラック;2000lf×4773lb/ft	4.3
合計	9.0

表 39 - 構造基準を満たすためのプレキャスト平割板システムに対する死荷重の計算

材料品目	死荷重(平方フィート当りのポンド)
6"厚さ中空コアプレキャスト平割板 (上掛けスラブなしを仮定)	49.0
合計	49.0

表 40 - 構造基準を満たすためのバー根太／デッキ／スラブシステムに対する死荷重の計算

材料品目	死荷重(平方フィート当りのポンド)
3"軽量コンクリート上掛け	27.0
9/16"波形金属デッキ	1.5
14"深さK3金属バー根太	1.9
合計	30.4

10

表 41 - 構造基準を満たすための合板／木材根太システムに対する死荷重の計算

材料品目	死荷重(平方フィート当りのポンド)
3/4"厚さの合板パネル	2.3
TJI L90~20"深さ木材根太3"	2.7
リムボード~1-1/2"x20" 周囲で2000lf (2000lf×0.125ft×1.67ft×40pcf)	0.3
ころび止め(3760ea.×2lf×5.3lbs/ft)	0.8
合計	6.1
*lfはリニアフィートを表す。	

20

【0217】

同様に、(10フィート(3.04m)~40フィート(12.2m)の範囲内の)所与のスパン、(20~100psf(97.8~489kg/m²)の範囲の)活荷重および撓み基準(合計荷重で最大L/240)に対して、このSCP／鋼枠構造用床アセンブリは、従来型の金属バー根太／波形金属デッキ／コンクリートまたは合板／木材根太システムより多くの床設置面積の平方フィートあたりの建物使用可能容積を結果としてもたらず。さらに、このSCP／鋼枠構造床アセンブリは不燃性であるが、合板／木材根太システムはそうではない。

30

【0218】

仮想的な実施例は、重量比に対する剛性の例に使用される設計基準が与えられている場合は、SCP床システムは12-3/4インチ(32.4cm)の深さを有し、バー根太／波形デッキ／スラブは17インチ(43.2cm)深さを有し、かつ木材根太システムは20-3/4インチ(52.7cm)の深さを有するので、使用可能な建物容積を増加させることに本発明の利点を示す。床空間50,000平方フィート(4,645m²)を有する建物に対して、以下の表42に記載するように金属バー根太とデッキ、または木材根太と合板と比較すると、SCPシステムについて本発明は使用可能な建物容積の潜在的な増加を結果としてもたらず。

40

表 4 2 –バー根太／デッキ／上掛けスラブまたは合板／木材根太に対するSCPパネルを使用する使用可能な建物容積の潜在的な増加

床構造体システム	システム深さ(インチ)	SCPパネルが使用された場合の使用可能な建物容積の潜在的な増加(立方フィート)
SCPシステム	12.75	-
バー根太/デッキ/スラブ	17	17,708
合板/木材根太	20.75	33,333

【0219】

金属枠上のガラス繊維強化構造用セメントパネルの水平ダイヤフラムを使用するシステムの特定の実施形態を示しかつ説明してきたが、当業者は、本発明のより広い態様、かつ添付の特許請求の範囲に述べられた本発明から逸脱することなく、本発明に変更および改変を加えることができることを理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0220】

【図1】本発明の不燃性床張りシステムで構造用セメント質パネル（SCPパネル）と共に使用するための金属C字形根太の概略側面図である。

【図2】本発明の不燃性床張りシステムで金属枠組と共に使用するための単層SCPパネルの斜視図である。

【図3】本発明のシステムで金属枠組と共に使用するための多層SCPパネルの部分断面図である。

【図4】C字形根太金属枠組がヘッダ（図示せず）上に支持されている、C字形根太金属枠組上に支持される本発明の典型的な本実(tongue-and-groove) SCPパネルの斜視図である。

【図5A】3／4インチ（19.1mm）厚さのSCPパネルに使用される典型的な設計および（寸法をインチで示す）寸法の図である。

【図5B】3／4インチ（19.1mm）厚さのSCPパネルに使用される典型的な設計および（寸法をインチで示す）寸法の図である。

【図5C】3／4インチ（19.1mm）厚さのSCPパネルに使用される典型的な設計および（寸法をインチで示す）寸法の図である。

【図6】本発明の不燃性床張りシステムで、図4のC字形金属枠組上に支持されるSCPパネルの部分斜視図である。

【図7A】本発明の不燃性床張りシステムで、波形板上に支持されるSCPパネルの斜視図である。

【図7B】本発明の不燃性床張りシステムで、SCPパネルが断熱材料上に固定された、波形板上に支持される図7AのSCPパネルの断面図である。

【図7C】波形板上の平らな部分に取り付けられた図7AのSCPパネルの斜視図である。

【図7D】使用前の、かつ使用前に接着性ストリップが取り外し可能な保護ストリップによって覆われているのを示す、図7CのSCPパネルの側面図である。

【図8】組み立てられた金属、例えば鋼の、床枠組を示す図である。

【図9】C字形根太金属枠組部材のヘッダへの取付けを示す図である。

【図10】図8の枠の一部分の拡大図である。

【図11】図8の金属枠に取り付けられた試験用SCPパネル床システム構造を示す図である。

【図12】図11の床の一部分の拡大図である。

【図13】図11の床の一部分の拡大図である。

【図14】図11の床の一部分の拡大図である。

【図15】図11の床の一部分の拡大図である。

【図16】床ダイヤフラム試験装置に搭載された、図9の取り付けられた床を有する図8

10

20

30

40

50

の枠を示す図である。

【図 17】図 16 の装置の一部分の拡大図である。

【図 18】図 16 の床ダイアフラム試験装置を使用した一実施例からの、3 / 4 インチ構造用セメントパネル（SCP パネル）を使用した床ダイアフラム試験からの実験荷重：曲げデータを示す図である。

【図 19】図 16 の試験装置に搭載された SCP パネルおよび金属枠組床の、設計荷重のときの写真である。

【図 20】図 16 の試験装置に搭載された SCP パネルおよび金属枠組床の、破損したときの写真である。

【図 21】本プロセスを実施するのに適した装置の線図立面図である。

10

【図 22】本プロセスに使用される型式のスラリー供給ステーションの斜視図である。

【図 23】本プロセスに使用するのに適した埋め込み装置の部分俯瞰平面図である。

【図 24】ドライ試験で、3 / 4 インチ（19 mm）厚さの SCP パネルを使用する床ダイアフラム試験の図である。

【図 25】ウェット試験で、3 / 4 インチ（19 mm）厚さの SCP パネルを使用した床ダイアフラム試験の図である。

【図 26】12 インチ（305 mm）深さの金属根太上の 3 / 4 インチ（19 mm）厚さの SCP シージングを使用する仮想の SCP 構造床システムを示す図である。

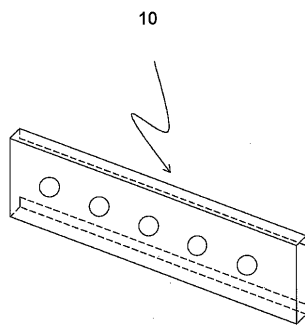
【図 27】仮想プレキャスト平割板システムの図である。

【図 28】14 インチ（356 mm）深さの K3 バー根太上の 9 / 16 インチ（14.3 mm）22 ゲージ波形金属デッキ上に 3 インチ（76.2 mm）厚さのコンクリート上掛けを有する、仮想バー根太／デッキ／スラブシステムを示す図である。

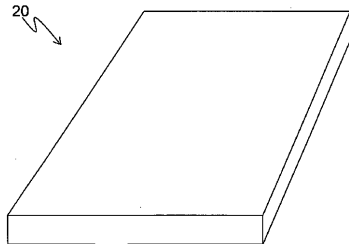
20

【図 29】木材根太システム上の仮想合板シージングを示す図である。

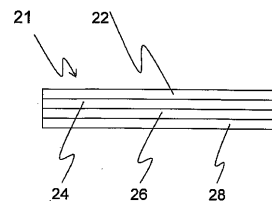
【図 1】
FIG. 1



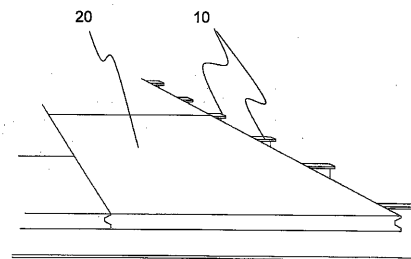
【図 2】
FIG. 2



【図 3】
FIG. 3



【図 4】
FIG. 4



【図 5 A】

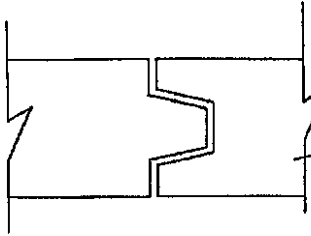


FIG. 5A

【図 5 C】

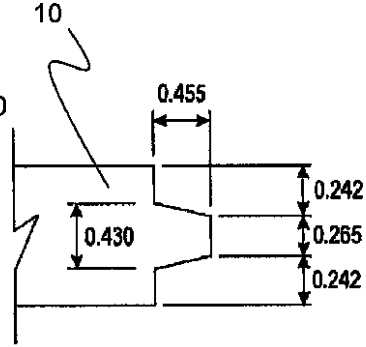


FIG. 5C

【図 5 B】

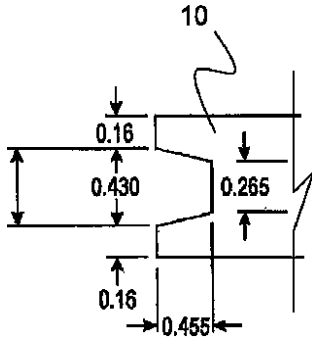


FIG. 5B

【図 6】

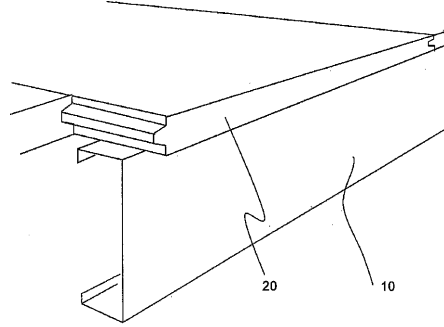
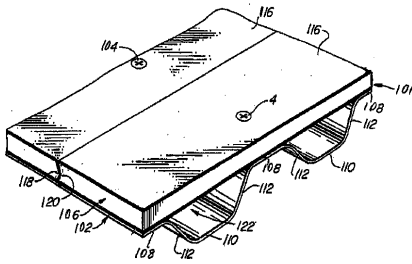


FIG. 6

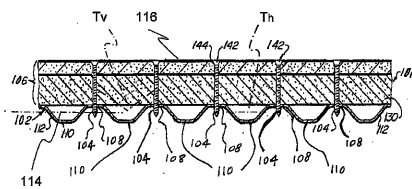
【図 7 A】

FIG. 7A



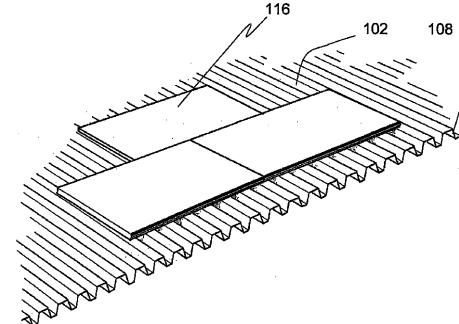
【図 7 B】

FIG. 7B



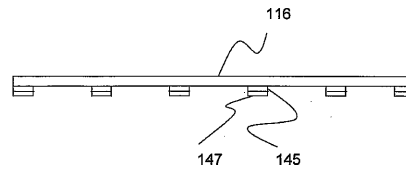
【図 7 C】

FIG. 7C

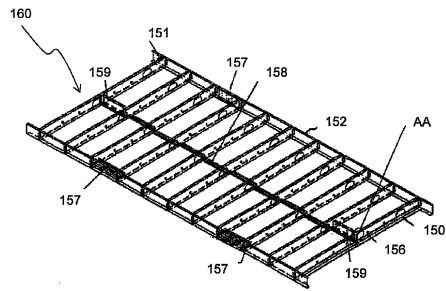


【図 7 D】

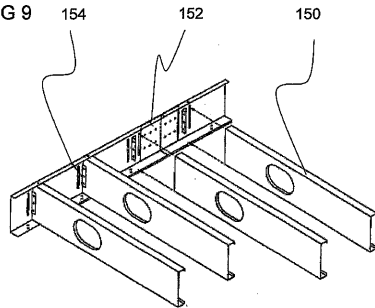
FIG. 7D



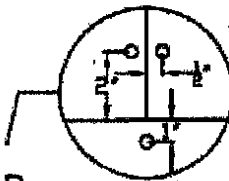
【図 8】
FIG. 8



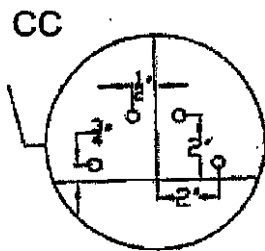
【図 9】
FIG. 9



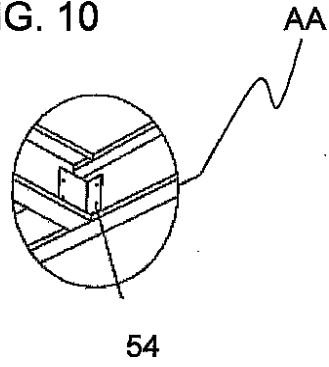
【図 12】
FIG. 12



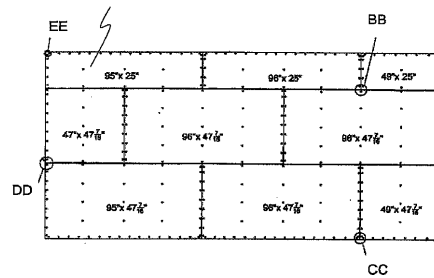
【図 13】
FIG. 13



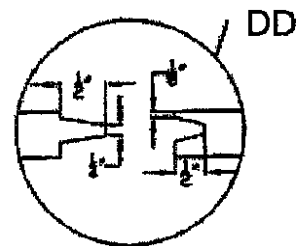
【図 10】
FIG. 10



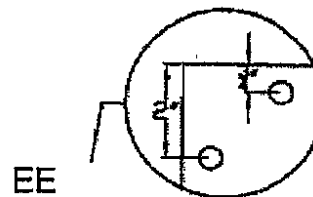
【図 11】
FIG. 11



【図 14】
FIG. 14

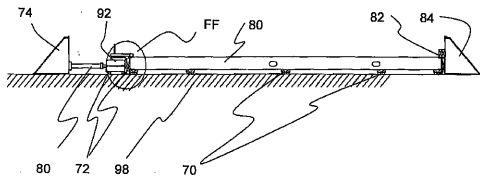
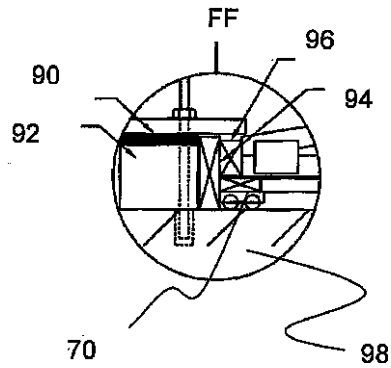


【図 15】
FIG. 15

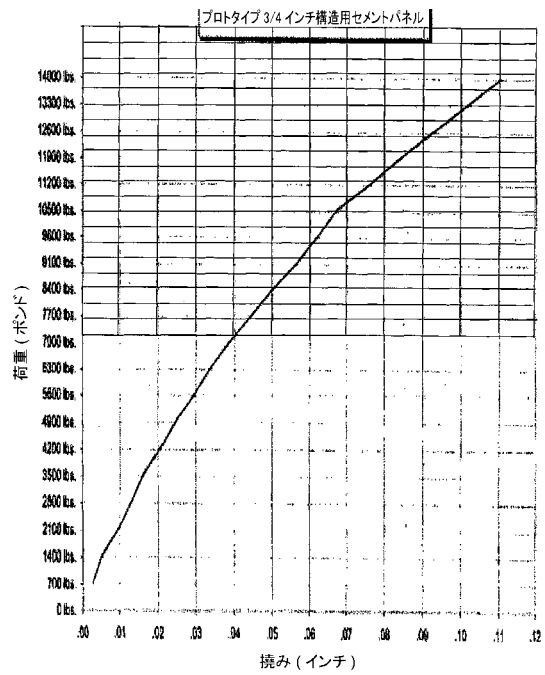


【図 16】

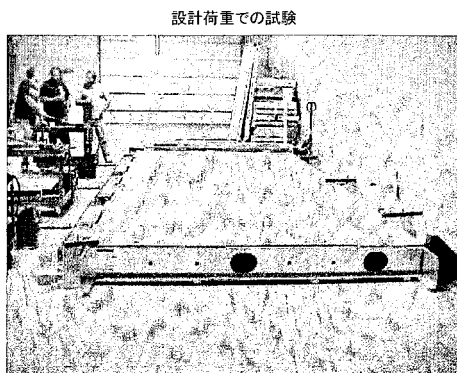
FIG. 16

【図 17】
FIG. 17

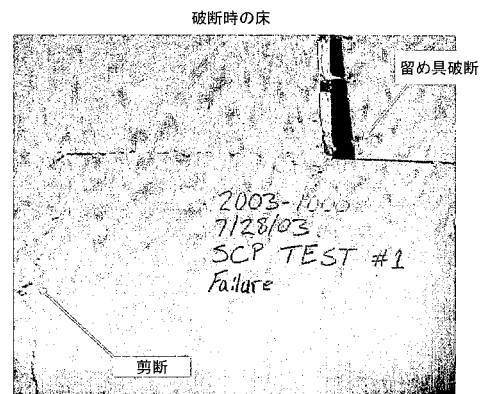
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 2 1】

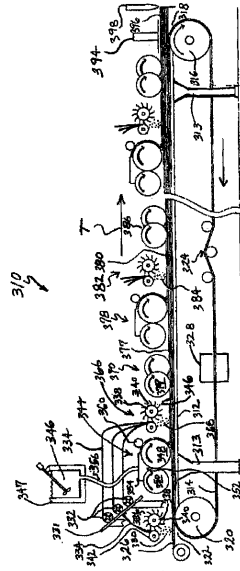
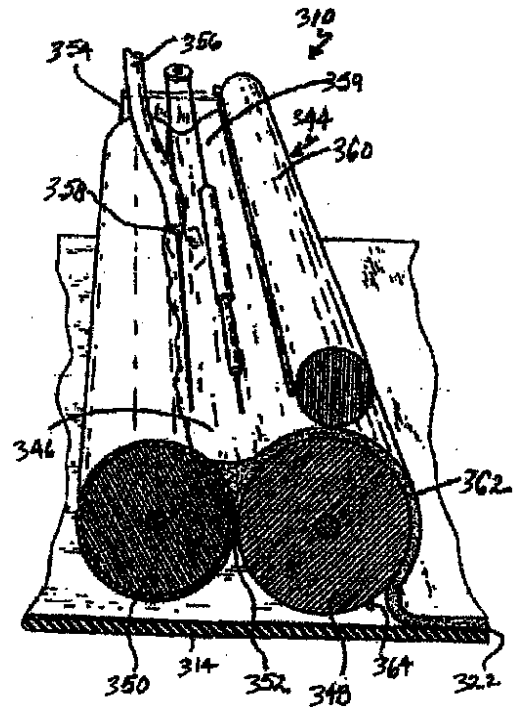


FIG. 21

【図 2 2】
FIG. 22

【図 2 3】

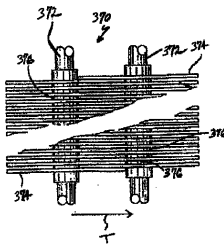
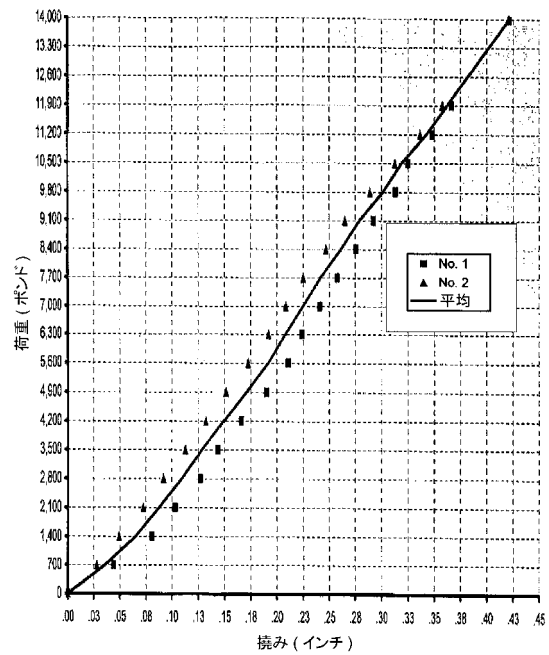
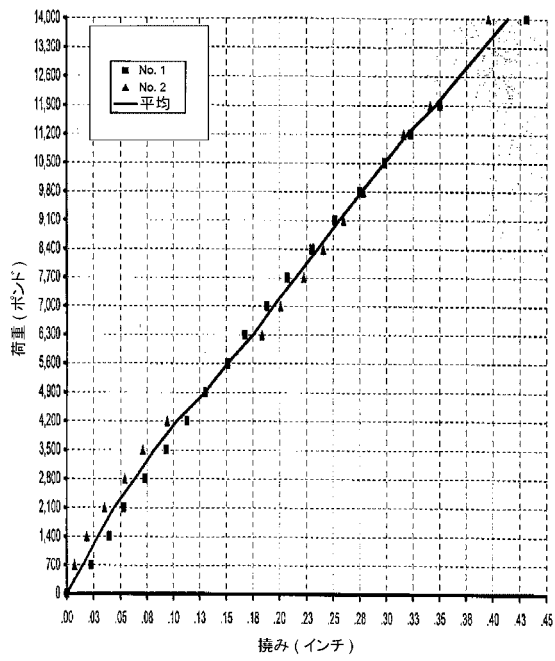


FIG. 23

【図 2 4】

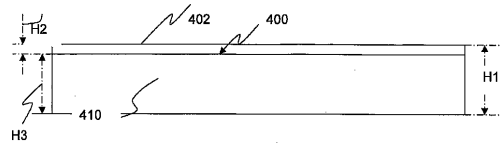


【図 25】



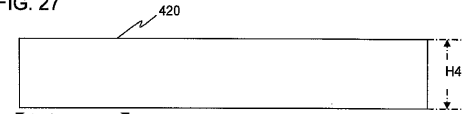
【図 26】

FIG. 26



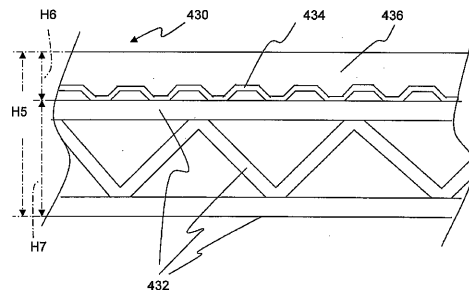
【図 27】

FIG. 27



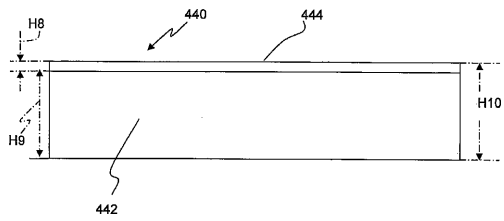
【図 28】

FIG. 28



【図 29】

FIG. 29



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 11/297,426

(32)優先日 平成17年12月9日(2005.12.9)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ライチャーツ, ジェームズ, イー.

アメリカ合衆国, イリノイ州, キャリー, オーク ドライヴ 12

審査官 星野 聡志

(56)参考文献 米国特許第06620487 (US, B1)

米国特許第03397497 (US, A)

米国特許第06260322 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E04B 5/02