

## 第7回 GRCA 会議から (その1)

昨年(1987)の9月26日から9月28日の3日間、第7回GRCA会議がオランダのマーストリヒトで開催されました。

「講演プログラム」と「日本のGRC工業の現状について」は、GRCレビュー3号で紹介させて頂きました。

引き続き、本号では、「各国のGRC工業の概況」、「セッション1 新しいプロジェクトと製品の応用」、「セッション2 マトリックスの改善と補助的繊維」について、御紹介させて頂きます。

なお、残りの「セッション」については、次号に掲載予定です。

### I 各国のGRC工業の概況

#### 1) ヨーロッパ市場

発表者 G. GILBERT (オランダ)

(要旨)

① 英国(北アイルランド、スコットランド及びウェールズ、エール共和国を含む)

GRCメーカーは、大小の請負業者を含めると、約50社であり、販売実績は、約70億円/年(1\$=140円)と推定される。GRCは1972年以来、多くの建物に使用され、現在も外壁としての用途は続いているが、主流ではなくなった。市場は従来の高付加価値商品であるカーテンウォールから、比較的安い建築用平板、屋根材、タイル等の規格品へ移行しつつあり、3~4社がそれらの規格品を生産している。特にGRCの屋根材は大きな市場に成長するであろうと期待されている。ハウジング用及び都市計画の市場では、ドアの庇、玄関、石炭箱、溝蓋、屑箱、プランター等があり、日本の市場と良く似ている。農業用としては、羊の洗浄槽、動物の足洗槽、牛の水飲み用水槽がある。西ドイツのFBKの波板と似た製品も作っているが、安

いので従来のアスベスト製品と十分に競合出来る。特殊用途としては、押出機で成形されるスペーサーブロックがある。これは普通コンクリートの補強材である鉄筋のスペーサーとして使用される。

#### ② 西ドイツ

最初にGRCをドイツに導入したのはハイデルベルガーセメント社である。ハイデルベルガーセメント社は、セメントのアルカリ性を減らすために、マトリックスの組成の研究を行ってきた。西ドイツでは建築法規が厳しく、GRCが外壁材として使用されることは少なかったが、2年前にピルキントン社のCem-Fil FiberがBerlin Institute für Bautechnikから公的認定書を得たことにより、建築への用途が広がり、FBK社のGRCの波板が外壁及び屋根材として販売実績を上げ、今年のGRCAの優秀賞を受賞した。GRCメーカーは、25社であり、年商は、約21億円である。主な製品には波板、アクセスフロアー、窓枠、窓敷居、煙突の被覆、断熱ユニット、ケーブルトラフ等がある。また今年、家庭の塵を推肥化する「ロッターシステム」という商品が開発され、将来の伸びが期待されている。

#### ③ スイス

GRCメーカーは、2社であり、GRC事業は活発である。最大手はスタールトン社で、今回のGRCAでは、ビル改修用の新しいスチールスタッドフレーム方式のパネルを発表した。また2年前には、内装用断熱部材として“Thermuls”という商品を開発している。その他の製品には、ウィンドーシャッターボックス、パイプの被覆材、まぐさ等がある。

#### ④ スペイン

GRCの主なメーカーは、3社あり、最大手は、Cemfisa社である。市場規模は、約28億円と推定される。製法はハンドレイアップが主流

で、製品はシングルスキン及びサンドイッチパネルである。その他、テラコッタ屋根パネル、下水浄化槽、浮き桟橋、街路用装飾品等がある。

施工例：  
 物件 Foster Wheeler Deadquarters  
 (マドリッド)

施工面積 3,850 m<sup>2</sup>  
 12階  
 外 壁 サンドイッチパネル  
 最大7.4 m<sup>2</sup>

⑤ イタリア

GRCメーカーは、8社であり、市場規模は、年商約11億円である。主な用途は建築用外壁パネルで、シングルスキンと複合パネルがある。最近、米国で開発されたスチールスタッドフレーム技術が導入された。その他の製品には、土木用型枠、建築用ひび割れ防止材、レジャー用浮き桟橋、サンスクリーン等がある。

施工例：  
 物件 Garibaldi Station (Milan)  
 施工面積 8,500 m<sup>2</sup>  
 外 壁 スチールスタッドフレームパネル  
 1,100個のパネル  
 大きさ 9 m<sup>2</sup>

⑥ フランス

30のGRCメーカーがあり、市場規模は、約

20億円(\$=140円)である。主な用途は建築用外壁パネルとビル改修用である。土木分野では、橋の部材、都市自動車道の防音壁、電力設備のハウジング、下水道のライニング等がある。

施工例：  
 A3自動車道の防音壁(パリ)  
 面積 3,065 m<sup>2</sup>

⑦ オランダ及びベルギー

GRCメーカーは3社であり、市場規模は、約4億円である。用途は、ビルの壁材、池や運河の堤防用部材、下水道のライニング等である。

用途：工場ビルの外壁  
 外壁 サンドイッチパネル、商品名  
 "Ranox" 芯材はPIRフォーム

メーカー：Veldhoen Raalte  
 (オランダ)  
 GRCのサンドイッチパネルを連続成形している。

2) 米国市場

発表者 S. FREEDMAN, PRESTRESSED  
 CONCRETE INSTITUTE

(要旨)

GRCパネル市場の成長は1977~1985年まで、特にスチールスタッドシステムが導入された以後は、非常に堅調であった。しかし、1985年以降、GRCパネルの生産は横這いに

なった。その理由は、建築業界の不況に加えて、2つの大手GRCメーカーが倒産したためである。ここ1年間、GRC事業への新規参入企業はない。それは、普通ポルトランドセメントを使ったGRCの強度劣化（特に靱性の低下）に対する不安のためである。この問題が解決されない限り、米国におけるGRC市場の大幅な成長は期待されないであろうとされている。GRCメーカーは、約60社あり、市場規模は、カーテンウォールのみで約126億円（1\$ = 140円）と推定される。1977年から1988年1月までの施工実績は、3,019,000㎡である。過去7年間の生産実績は表-1の通りである。

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
生産量 (㎡)	299,000	331,000	388,000	505,000	455,000	452,000	465,000

表-1

PI C理事会は1988年の中頃に、今までに完成したGRCプロジェクトの調査を行うように勧告した。その調査結果が下記の5つの項目に分けられて報告された。

1. GRCパネルへの過剰な応力
2. パネルからの漏れ（シール材あるいはシール方法に起因するものは除く）
3. ジョイントの劣化
4. 過剰な曲がりあるいは反り
5. 表面のモルタル、ボンディングパッド、GRC外板或は化粧板の剥離

全面積の56%に当たる物件を調査したところ、867物件のうち施工面積の1%以下のトラブルがあったものが841件で、残りの26件は1%以上の表面欠陥があった。これらの問題は、直接には強度或は靱性の低下とは関係がなく、品質管理と設計に原因することが判ったので、設計、製造および施工に注意すれば問題のないカーテンウォールが提供出来ると報告された。

これらの調査結果から、将来の品質管理から生じる問題を最少にとどめるため、PCI委員会は「GRCパネルのプラントと生産のための品質管理マニュアル」を準備中で、1991年には完成の予定である。

施工例（物件）：サンフランシスコマリオートホテル（1989年オープン）

施工面積 340,000ft<sup>2</sup>  
(31,600㎡)  
42階建  
外壁 2,400個のパネル  
3m × 5.5m

### 3) 中近東市場

発表者 J. BERTHEL, KUWAIT  
PRECAST SYSTEM CO.  
(クウェート)  
(要旨)

1970年に英国からGRCが導入され、1976年バーレンにおいて木造の家を被覆するのに使用された。1975～1976年頃から多くの国でライセンス契約が結ばれ、1983年までに35社が仮契約を結んだが、実際にGRCの生産を行ったのは、その中の約半数であった。セミナー、展示会及び出版活動により、GRCの潜在市場を開拓して市場の拡大を行ってきた。ここ3年間はオイルの値下りで新しいプロジェクトは落ち込んでいるが、GRCは年5～10%で成長している。GRCメーカーは、約20社であり、市場規模は、約28億円（1\$ = 140円）である。成形法は、Direct Hand Spray法が徐々に増える傾向にある。Premix法は非常に煩雑で薄い成形品が多い伝統的イスラム模様を作るのに適している。

## 主な施工例

サウジアラビア

物件：Imam Bin Saudi Islamic  
University

施工面積 150,000 m<sup>2</sup>

製品 サンドイッチパネル  
54,700個

2000 パネルを3ヶ月で生  
産

製品 シングルスキン

その他の用途：サンドイッチパネル、スチ  
ールスタッドフレームパネル、  
永久型枠、サーフェースボ  
ンド、サンスクリーン

オーマン

施工面積：25,000 m<sup>2</sup>(工期6週間)

製品：パネル、サンスクリーン、柱カ  
バー、その他、最大パネルの大き  
さ 8 m × 4.5 m

バーレン

厚生省がアスベスト代替を奨励している。  
施工例：歩道カバー、境界壁パネル、サン  
スクリーン、レリーフパネル

ドバイ

1988年実績：7,000 m<sup>2</sup>

施工例：バルコニー、柱、GRC製  
椰子の木

クウェート

物件：自動車道橋の欄干

実績：第1プロジェクト 2.5 km

施工 韓国のHyundai社

第2プロジェクト 5 km

施工 クムのCampeon Ber-  
nard社

## 4) オートラリア市場

発表者 N. WIILIS, GRC COMPOSITES  
(オーストラリア)

(要旨)

GRCの市場規模は、約32億円(\$A = 105  
円)と推定される。GRCの生産量は約150,000  
m<sup>2</sup>で、メーカーは12社である。GRCの主な用  
途は、高層ビルの外壁材である。その他、ケー  
ブルトラフ、装飾用岩、農業製品、永久型枠及  
び特殊品がある。

オーストラリアにおけるGRCは、現在では  
まだベースが小さいが、将来大きな成長が期待  
されている。1986年にGRC製造業者により、  
GRC協会(GRCAA)が設立された。協会は、  
ヨーロッパのGRCA及びアメリカのPCIの  
マニュアルを参考にして、オーストラリアのニ  
ーズに適合したGRCの設計及び製造に関する  
マニュアルを作った。近い将来、このマニユ  
アルをオーストラリアの公式な基準に取り入れる  
計画がある。



昨年、協会は " G R C Covering Australia " と呼ばれる機関誌を発行した。この機関誌には、オーストラリアにおける最近の G R C プロジェクトが紹介されている。

5) 南アフリカ市場

発表者 P. RADEMAN (南アフリカ)

(要旨)

約12の G R C メーカーがあり、市場規模は、約13億円と推定される。用途は建築、鉱山及びレジャー関係である。建築用のパネルは物件毎に使用が異なるのが一般的であるが、南アフリカでは G R C パネルは規格品であり、6種類の仕様がある。これらの規格品は、主として学校、病院及び住宅のような規格建物に用いられる。その他、レジャー公園、模造の岩、鉱山の排水溝などの用途がある。

II 発表論文

1. SESSION 1

新しいプロジェクトと製品の応用

1-1 空気浄化及び堆肥システム

~Rottaer System

発表者 M. WRAGG, ROTTAER

LEICHINGEN(西ドイツ)

写真-1のような上下のパネルから成り、各パネルは、2.5V%の硝子繊維を含有する G R C で造られている。上下パネル間の空洞に加湿エアーを流し、上パネルに明けられた細孔から排出する。

パネル上の被処理物は、このエアーにより、活性化したバクテリアで分解され効力の高い肥料に変化する。又、汚染空気や臭気を清浄にする機能を合わせ持つ。

G R C 製で、表面が平滑に仕上げられているため、摩耗もなく、保存が簡単で、送気、浄化用のパイプも不要でコストも安い。

1-2 トンネルの防火ライニング・システム

発表者 H. Fürstenberg, DYCKERHOF &

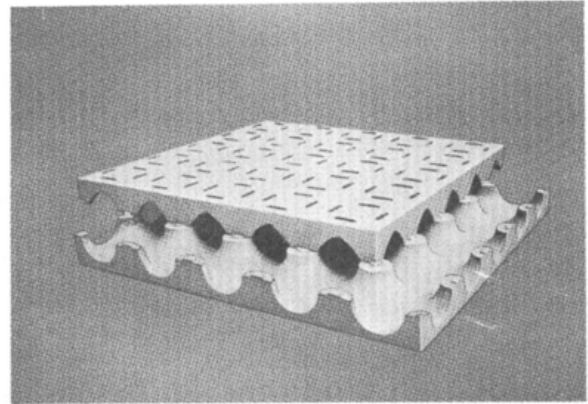


写真-1

WIDMANN (西ドイツ)

図1のようなパネルシステムで、トンネル内のコンクリートを火災時の高温から保護し、熱伝導を軽減させた。公的試験機関でのテストにも合格し、火災発生から90分経った後に、消防活動がスタートしたとしても、まだコンクリートの保護機能を有している。

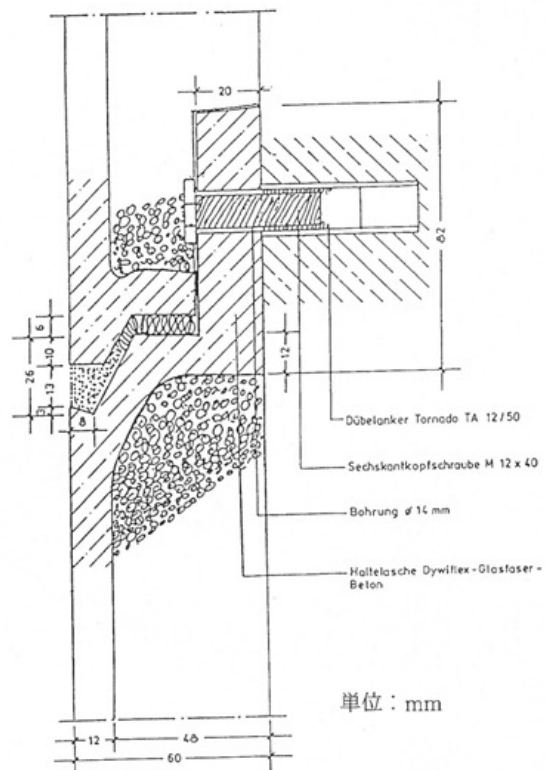


図-1

GRCの組成は、セメント、スラグ粒、軽量フィラー、耐アルカリガラス繊維であり、GRCを型枠にスプレーした直後にヒル石を加えシールした。

パネルの寸法はL 1000 × H 500で、実厚さ12mmで重量はおおよそ28kg/枚で、取付けはパネル上部を2ヶ所/枚の固定となる。

このシステムは、レンズブルグトンネルの650 mに採用された。

### 1-3 GRCを使った道路の防音壁システム

発表者 N. WILLIS, GRC CONPOSITES  
(オーストラリア)

メルボルンの幹線道路でL 2000 × H 1000のGRCパネルが3,000枚採用された。4人の作業員で2～3mの高さまでの防音壁を1日100～150m組み込んだ。

GRCがFRP、アルミニウム、鉄、コンクリートに比較して、造形性、耐久性、軽量で経済効果が高いことから採用された。

### 1-4 下水溝のライニング

発表会 IAN VICKRIDGE,  
UMIST(英国)

下水溝の保守修繕対策用の基礎テスト。FRP 15mm厚とGRC厚10mmのものを3種のモルタルで、ライニングして、せん断強度を測定した。

モルタルは、PFA/OPC = 4

/1をベースにして、水/固形分 = 0.45、0.40、0.35の3種である。結果は、FRPは母体とモルタル間で破断し、GRCの方が高強度であった。

### 1-5 台北中央駅におけるGRCパネルの使用について

発表会 J. Fung, LIGHTWEIGHT  
CONCRETE TAIWAN LTD(台湾)

地上10階、地下4階建、延床面積174,000㎡の台北中央駅の建物に、大量のGRCが採用された。GRC特有の成形性の良さ、軽量性、仕上面の良さが注目された。

屋根パネルは4 × 2 mの大きさのものが約2,500枚、これは中空リブ方式を採用。表面は線條模様入りで、ゴムマットを敷いた鋼製型で生産し、表面は弗素樹脂塗装とした。壁パネルは3 × 2 mの中央リブパネルが1,200㎡使用され、その他装飾パネルとして花びら模様のパネルが使用されたが、これはSSBSを採用し軽量化

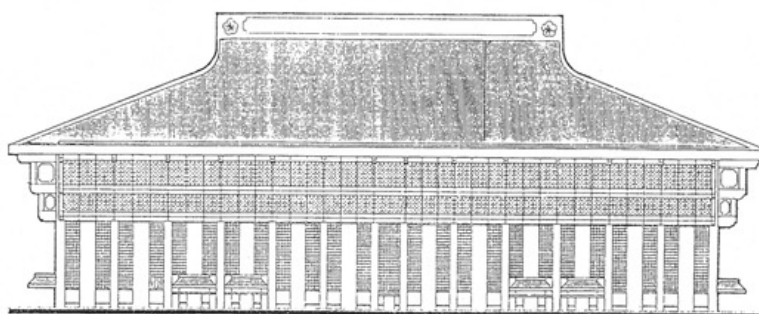


図-2

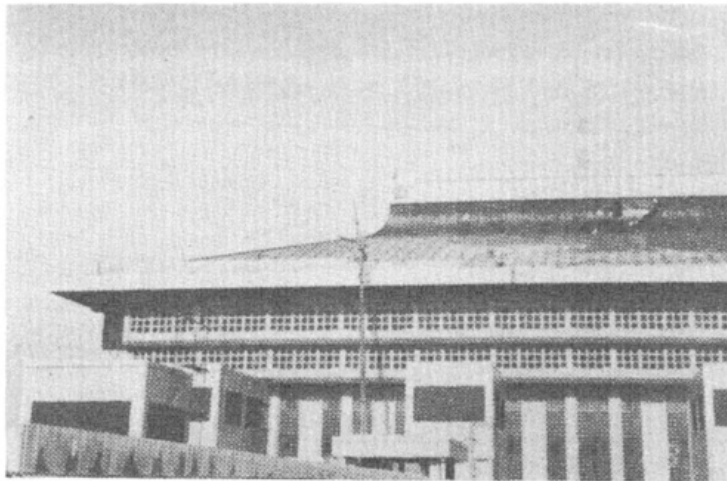


写真-2

した。

## 2 SESSIN 2

マトリックスの改善及び補助的繊維

### 2-1 GRC複合材における、 ポゾランの使用について

発表者 D. FERRY, PILKINGTON  
REINFORCEMENTS LTD(英国)

ポゾランの利用はGRC業界の発足以来研究され、材料費低減や作業性の改善、長期強度保持などの利点と、初期低強度の欠点が述べられている。

今回のテストは、種々の配合のGRCに、天然産や人工製のポゾランを混入して、効果を調べたが、ポゾランはあらゆる形態のGRCに有効で、養生を適切にすれば、長期強度改善と共

に、PFAをセメントに代替えた場合には、可成りのコスト低減をともなうことが判明した。

### 2-2 ガラス繊維の補助としての 「SEKRIL」について

発表者 D. M Woods, Courtaulds  
Research(英国)

SEKRILはアクリル繊維で、引張強度が高く、伸びは少なく柔軟性があり、又ミキシングに際し、表面にギザギザがあり単繊維に分散することから、セメントマトリックス

との結合にすぐれている。

アスベストの代替えとしてハチェック法又は類似の工法には、そのまま使える。

又、GRCのスプレー法で、プリミックスしたモルタルは、スプレー可能で、耐アルカリ繊維と混用することもできる。効果は、曲げ破壊強度、引張、衝撃強度が増大するのみならず、GRCの強度の耐久性向上に有効である。

### 2-3 ポリマー添加により、品質改良された GRCについて

発表者 J. BIJEN, DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY(オランダ)

1979年のGRCコンGRESで、ポリマー添加によるGRC性能向上について発表した。10年経過し、長期の性能試験結果が出たので発

表する。ポリマーはアクリル系とスチレンアクリルを用い、5～9 Vol%モルタルに混入し、ガラス繊維は、E-ガラスとARガラスの2種を用いた。ポリマー添加の効果としては、一般的にGRCの耐久性が増し、水中浸漬ではAR-GlassのGRCでその効果が大である。そしてAR-GRCとE-GRCはMORと衝撃強度ともAR-GRCの方が高い。

10年経過し、GRCのポリマー添加のその他の利点も多く確立されている。

#### 2-4 低収縮GRCの開発

発表者 加藤信義

旭硝子㈱GRC開発センター(日本)

今回開発した低収縮GRCは、①直径0.1ミクロンの活性シリカ粉を添加し、毛細管空隙間を充填し、寸法変化の主たる要因である、水分移動に大きな抵抗をもたせた。②毛細管空隙中の水分が移動することによって生じる毛細管張力を、界面活性剤により下げることにより、寸法変化率を低下させる。

これにより乾燥収縮率は、従来のGRCに比べ50%以上改善され、コンクリート同様の0.07%となった。又湿乾による長さ変化も従来のGRCに比べ1/3に低下した。

#### 2-5 GRCの表面物性に対する砂の粒度効果について

発表者 J. BRESSON, CERIB(フランス)

GRCの良好な表面層を作るには、微粒砂モルタルの最適配合と、スプレー技術によって得られる。S/C=1で広い粒度分布(0.08~1mm)の混合砂と、アクリルエマルジョンを混入し、補助スプレーガン(ノズルφ7mm)を使用する。

#### 2-6 強度・耐薬品性及び表面仕上げ改善のための樹脂システムによるGRCの補助的補強法と表面修正について

発表者 I. R. K. GREIG, PILKINGTON GROUP RESEARCH(英国)

FRP業界で行なわれている「ゲルコート」方式をGRCに応用することを試みた。それは、硬化時水分に影響されないエポキシ樹脂システムである。これは、ウェットGRCでも未硬化樹脂面に直接使用できる。エポキシ樹脂は、強度、耐薬品性に優れているが、弱点は耐候性であるが、これはポリウレタンで外部ゲルコートを行なう事で解決した。

(次号に続く)

注：18～19ページの「地域別GRC成形法の現状」の出典：

GRCA International Survey of GRC USE and Development 1987/88

GRC A 発行