

第3回 GRC 欧州視察団報告 (その1)

日本電気硝子(株)	藤井	洋
〃	今井	克彦
〃	寺浦	英雄
旭硝子(株)	小林	恒男
〃	岡太	浩

昨年の10月9日から10月11日の3日間、第10回 GRCA 会議がフランスのストラスブールで開催されました。

「講演プログラム」はすでに、GRC レビュー-15号で紹介させていただきました。引き続き、本号では、GRCA 各セッションの概要について、簡単にご紹介させていただきます。

GRCA コングレス

セッション1

セメント、マトリックス及び繊維

本セッションはセメント、マトリックス及び繊維に関する報告がされている。本セッションの9項目の報告題名を以下に記す。

1. 多層多軸縦糸織物-織物によるコンクリート補強
(T. Bishoff, B. Wolfhorst, G. Franzke & P. Offerman - Germany)
2. ポリマー含有 GFRC の長期耐久性
(Hiram P. Ball - USA / M. Wackers - Netherlands)
3. マトリックス改質による強化 GRC の特性
(M. A. Glinicki - Poland)
4. 時間経過 GRC における微細構造と界面の評価
(W. Zhu & P. Bartos - UK)
5. コンクリートやモルタル中のプレストレスされたガラス繊維
(Prof. K. Gaber - Germany)
6. チョップドストランドマットで補強された普通ポルトランドセメントや早強セメントの力学的挙動
(P. Soukatchoff - France)
7. AR ガラス繊維チョップドストランドとスクリムを用いて製造された薄型コンクリートパネル
(H. J. Molly, T. Harman, J. Jones & H. Stone - USA)
8. 普通コンクリートにおける AR ガラス繊維の応用
(R. Ferry - UK)
9. セメントペーストに添加剤を使用した GRC の長期強度維持の改良
(M. L. Sanchez Paradela, V. Sanchez Galvez - Spain)



写真 GRCA コングレス

報告の内容は繊維形態を工夫したポリマー等の添加によるマトリックスの改質でGRCの特性、特に長期耐久性、の改善を図ろうというものやコンクリートの特性改善にARガラス繊維を応用しようという試みまで多岐に渡っている。

以下簡単に概要を紹介する。

1. 繊維形態の工夫

●多層多軸縦糸織物—織物によるコンクリート補強

それぞれ耐アルカリガラス繊維とカーボン繊維を利用した多軸縦糸織物をGRCの補強材として応用し、長繊維補強材の適合性の基本的なテストを行っている。マトリックスは普通ポルトランドセメントをベースにした特殊セメントでガラスに対する浸食性を低めている。

●チョップドストランドマットで補強された普通ポルトランドセメントや早強セメントの力学的挙動

耐アルカリガラス繊維チョップドストランドマット（マット）を応用したGRCの特性を普通ポルトランドセメントと早強セメントの2種のマトリックスを使用してプレミックス法とハンドスプレー法との比較で評価している。マットを応用したGRCは3.5%のガラスを含有し、同量のガラスを含むプレミックスGRCよりも高い強度を示し、5%のガラスを含有するハンドスプレーGRCと比較してもそれに迫る特性を示した。早強セメントを使用した場合も同様な効果が認められ、GRCの特性を生かして一部のFRP製品を代替出来るとしている。又この製品を利用した量産型製造法もドイツで実現している。

●ARガラス繊維チョップドストランドとスクリムを用いて製造された薄型コンクリートパネル

プレミックスGRCにARガラス繊維製スクリムを加えその効果を検証している。マトリックスは普通ポルトランドセメントと耐久性を改良した“Zircrete”。表面層に豆粒大の骨材を入れて洗い出した化粧層を加えた複合GRCについてもテストを行っている。チョップドストランドとスクリムを応用したプレミックスGRCはより高いガラス含有量のハンドスプレーGRCと同等かそれ以上の特性を示すとしている。

2. マトリックスの改質

●ポリマー含有GFRCの長期耐久性

従来から行われている熱水促進テストは理想的な養生環境となるという点で通常のGRCやポゾラン等の添加剤を使用した改質GRCには有利だが、ポリマーを使用したマトリックス改良の耐久性を評価するには不適切であるとしている。本報告では乾湿繰り返しテストがより自然暴露条件に近いとし、1980年代から計測した自然暴露結果と促進テストとの比較を行った。結果として熱水促進テストの結果は実際の時間経過したGRCの物性変化を評価するには適当ではなく、ポリマーを使用したGRCは今まで考えられていた以上に耐久性向上に効果がある。

●時間経過GRCにおける微細構造と界面の評価

メタカオリンやフォトンポリマー、特殊セメントまたは繊維束の大小のGRCの耐久性における影響を特殊硬度計や電子顕微鏡により測定。テスト結果は時間経過したGRCの脆弱化は時間経過中の繊維束内の微細強度値の実質的な増加（硬化していること）と密接な関係があることを示した。複合体の長期特性を改良するという方法が繊維ストランド及びその束の中央部での比較的低い微細強度を保ち（柔軟であること）、束全体の劣化損傷を避けるというこ

とがわかった。

●セメントペーストに添加剤を使用した GRC の長期強度維持の改良

普通ポルトランドセメントにメタカオリンを添加した場合の GRC の耐久性改良について報告している。50℃の熱水促進テストと3年間の屋外自然暴露テスト（マドリード）の二つを実施しその結果を比較検討。テスト結果は MOR の変化にメタカオリンの効果が出ており、初期強度の維持に成功した。またテスト結果からも50℃の熱水促進テスト一週間がマドリードの屋外自然暴露3年間に相当するとしている。

3. 繊維のコンクリートやモルタルへの応用

●コンクリートやモルタル中のプレストレスされたガラス繊維

繊維コンクリートの引っ張り荷重の場合、繊維の引っ張り強度とコンクリートの引っ張り強度は強度差があることから同じ歪みでそれぞれが活性化されることがない。このため繊維をプレストレスする利点は繊維の働きをより効果的にすることにある。プレストレスは半硬化したコンクリートを膨張させることで達成出来る。テストはスチール繊維と膨張材を使ったコンクリートの特性比較とガラス繊維と膨張材を使用したモルタルでの特性を測定している。ガラス繊維で補強し膨張剤を添加したモルタルでの注目すべき点は収縮によるクラックの発生を抑制することである。

●普通コンクリートにおける AR ガラス繊維の応用

コンクリートへの繊維の応用はスチール繊維やポリプロピレン繊維を使用したものが多く報告されているが、AR ガラス繊維の適用例はほとんど無い。AR ガラス繊維はスチール繊維よりも扱い易く、ポリプロピレン繊維よりも弾性率高いことからここでは AR ガラス繊維の効

果について報告している。使用した繊維は14 μ の100フィラメント集束タイプと水中分散タイプでごく少量の添加量で乾燥収縮による亀裂発生を抑えたり耐衝撃性を改良することが出来る。

セッション2

生 産

本セッションは GRC の生産方法に関する報告である。

本セッションの6項目報告題名を以下に記す。

1. 高流動プレミックス GRC
(K. Imai & M. Hayashi - Japan)
2. 連続製板技術の概要
(O. Rogall - Germany)
3. GRC 中のガラス繊維含有率に関する一考察
(I. D. Peter & I. G. White - U. K.)
4. 非規格型ファサードパネルの機械化生産と GRC スプレーユニットに対するロボット教示
(E. Marguez - Spain)
5. スプレイドプレミックス：生産、製品、機械的特性のモデルケース
(P. Despres & J. M. Dumas - France)
6. ウェルクリート技術—ライセンス供与の状況
(Prof. A. Meyer - Germany)

上記の中から、特にスプレイドプレミックス：生産、製品、機械的特性のモデルケースにつ

いて説明する。

●スプレイドプレミックス：生産、製品、機械的特性のモデルケース

スプレイドプレミックスの基本概念は非常に簡単で図-1の通りである。DIPRO社では10年以上前から用いられている。また、1993年9月から、工業用の装置が稼働を始めている。

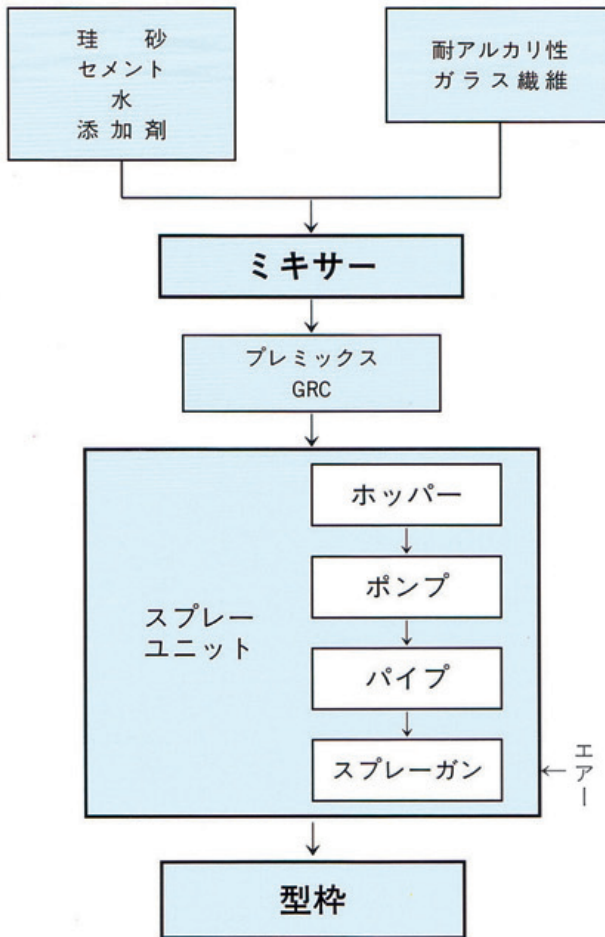


図-1. スプレイドプレミックスの基本概念

スプレイドプレミックスの利点は次の通りである。

- 1) バイブレーションが不要のため、バイブレーションキャスト法より型枠のコストが下げられる。
- 2) 一回の吹き付けですみ、モルタル層の吹き付けがいらす、ローラー掛けが不要のため、スプレー法より簡単で早く成形で

きる。

- 3) ガラス繊維が肉厚方向全体に分布しているため、マイクロクラックの心配がなく、高品質の製品が作れる。

曲げ試験の結果を次に紹介する。

1) Fibrex 社での結果

a) 配合

砂/セメント比	1
水/セメント比	0.27
ガラス繊維	モルタルに対して3.5%
ポリマー	モルタルに対して4.8%

b) 結果

	20℃, 50%R.H. で28日養生後	20℃, 50%R.H. で28日と60℃水中58日養生後
比例限界強度	12.1MPa	14.0MPa
破壊強度	14.4MPa	14.5MPa
破壊歪	0.23%	0.04%

2) Pont a Mousson 社での結果

a) 配合

砂/セメント比	1
メタカオリン	セメント重量の22%
水/セメント比	0.33
水/(セメント+メタカオリン)比	0.27
ガラス繊維	モルタルに対して3.5%
ポリマー	モルタルに対して4.7%

b) 結果

	20℃, 50%R.H. で28日養生後	20℃, 50%R.H. で28日と60℃水中58日養生後
比例限界強度	8.5MPa	12.0MPa
破壊強度	15.0MPa	14.0MPa
破壊歪	0.60%	0.15%

セッション3

施工例、アプリケーション

本セッションはGRCパネルを用いた施工例、およびアプリケーションに関する報告である。

本セッションの9項目報告題名を以下に記す。

1. カナリー諸島及びザラゴザにおけるGRC吸遮音パネル
(U. Pachow - Germany)
2. 通気性GRCファサード
(J. M. Caballero & S. Casanova - Spain)
3. GRCクラディングパネルを用いた改修工事
(E. Jakes & I. Stibranyova - Slovak Republic)
4. 阪神大震災におけるGRC物件の被害調査
(H. Okada - Japan)
5. フレームで補強されたGFRC軒天
(F. W. Horsley - U.S.A)
6. 打ち込み型枠としてのガラス繊維補強コンクリートまた特に複雑な形状の構造部材として
(H. Furstenberg - Germany)
7. 香港シティプラザ1再開発における外装のためのGRCとプレキャストコンクリートの補完的使用
(T. Gregory - Hong Kong)
8. 統一デザインのGRCクラディングパネ

ルの量産

(S. S. Saleh - U.A.E)

9. 外断熱補修工事でのGRCパネル下地工法
(Dr. T. Schepfer - Germany)

報告内容は、GRCの意匠性を応用したタイル打ち込みGRC、カラーGRC、軽量であることを生かした改修工法、およびGRCパネルの調査に分けられる。

以下簡単に概要を紹介する。

1. 調査

調査として、日本GRC工業会より阪神大震災におけるGRCパネルの被害調査について報告した。

地震の被害を受けた地域の13件のGRC物件についてパネルの破損状況を目視観察により調査し、被害状況を地域別、施工時期、建物構造、使用部位、パネルサイズと数量別に分類し、地震による影響を調べた。

本調査の結果、地域別による破壊状況の差が大きく、特に三宮、元町地区の被害が大きかった。これは地震の震度と大きく関係し、建物が躯体構造から破壊した場合にはGRCパネルも破壊している。しかし、躯体が破壊されていない場合には、パネルの損傷はあまり見られなかった。

2. 工法

改修として、標高の高い地域でのGRCの適用およびRC造外壁の断熱改修工法が挙げられる。

スロバキア共和国からの報告で高標高の地域[海拔2,040m]でのGRC改修工法がある。これは、山頂の気象観測所で天候が悪く、強風で10月から3月まで雪に覆われる非常に厳しい環境下での使用であり、しかも山頂であるため重機がなく軽量のGRCパネルによる改修と

なっている。

本物件はスロバキア共和国における最初の GRC 物件であることから今後の展開が期待し得る。

GRC パネルによる断熱改修工法では、RC 造の建物にグラスウールを貼り、その押さえとして GRC パネルを使用して躯体にアンカー止めをしているものである。

この工法について断熱性能、耐水性等種々の実験を行い、さらにコンピュータによる解析を行って実験との整合性を確認している。

3. 物件紹介

●カナリー諸島及びザラゴザにおける GRC 吸遮音パネル

騒音の反射、分散、吸収のすべてにおいて GRC パネルが最も適当であることから採用となっている。HARTE 社では 0 から吸遮音パネル市場に参入しており、品質に関しても ISO 9001 を取得している。

●フレームで補強された GFRC 軒天

新築物件や古い建物の形状にあわせた複雑な形状のコーニスや軒天を GRC のスタッドフレーム工法を用いた施工例を紹介している。古く複雑な形状パネルは現在では作り難くなっており、GRC の高意匠性が活かされている。

●打ち込み型枠として、また特に複雑な形状の構造部材としての GRC

これもやはり GRC の意匠性を生かした打ち込み型枠としての GRC の使用例であり、現場打ちコンクリートよりはるかに美観に優れることを特徴としている。

GRC 型枠を採用することにより工期、コストの両方を削減することができるほか、工場製品であることから寸法が正確でしかもコンクリートに対して中性化を遅らせることができる。

●香港シティプラザ 1 再開発における外装のための GRC とプレキャストコンクリートの補完的使用

香港シティプラザ 1 の再開発のために PC コンクリート、GRC 型枠工法を併用している。多彩な手法を取ることでより効率のよいパネル製造をすることが可能となった。

●統一デザインの GRC クラディングパネルの量産

UAE では近年 GRC の使用が広がってきており、特に規格化されたパネルでの物件が数多くある。Fibrex 社では GRC パネルの製造を始めて以来、年間 15 万 m² 製造するに至っている。

(以下次号)