

第3回 GRC 欧州視察団報告 (その2)

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

セッション4

設計、品質管理と試験

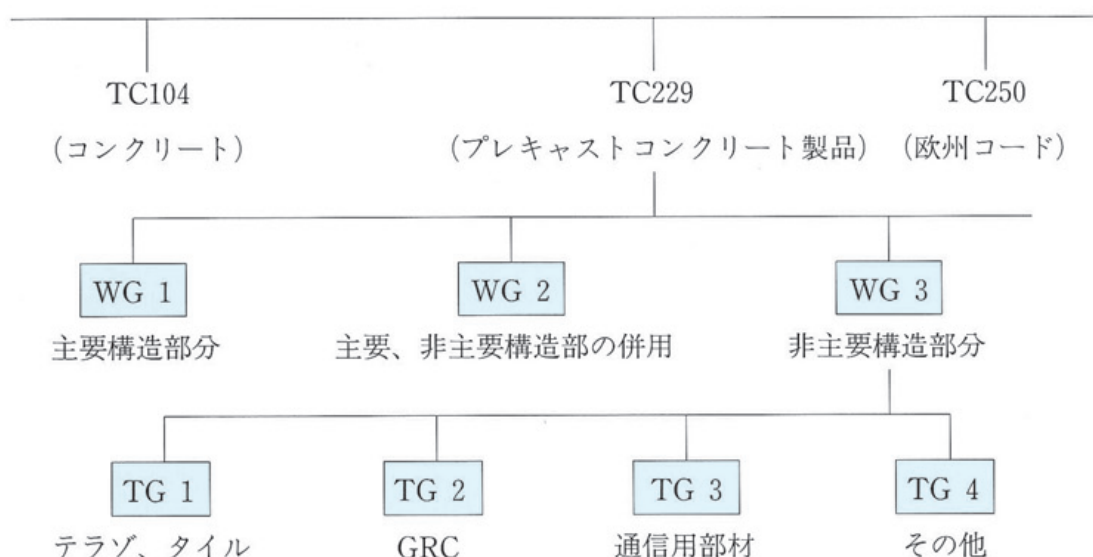
本セッションは、各国の建築基準法に適合するための GRC の製造、設計基準の提言である。3 件の報告のテーマを以下に示す。

1. 欧州基準に適合するための GRC 設計、製造条件
(P. Curiger-Switzerland)
2. GRC のための設計基準 (高品質スペックの為の設計基準の必要性)
(C. Stein-USA)
3. スプレイドプレミックスの設計基準
(E. A. McDougle-USA)

以下、各報告のサマリーを紹介する。

1. 欧州では、EU 統合に際しての各国の建築基準法ともいべき、スタンダードの見直し及び統一を図るための作業が開始されている。GRC については、CEN (欧州規格化委員会) 内の TC (技術部会) 229 (プレキャストコンクリート製品) にて規格化作業が行われている。

欧州統一市場の創設には、貿易障害を取り除くための一つとして、工業製品の各種規格の調和が大切である。EU 加盟国、EFTA 加盟国は、CEN 規格発効後、直ちにこれを導入し、一定猶予期間が経過した後、各国の関連国内基準を撤廃することになっている。TC229における GRC の位置付けは以下のとおりである。

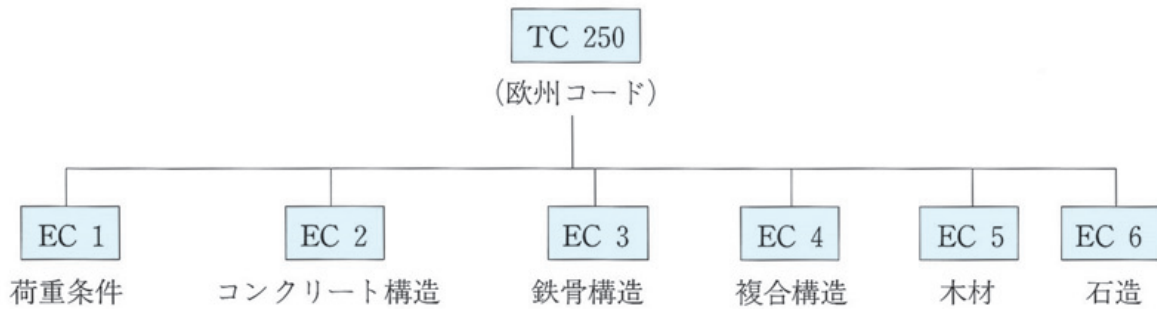


実際は、各国レベルで各々規格、規則が異なり、また、CEN規格化の目的と業界の目的、思惑は相いれないケースが多い。

CEN規格の主目的は製品について何が求められているかを明確にすることで、いかにノ

して要件を満たすかではない。

一方、TC250（欧州コード）は設計基準であり、その中のEC2はコンクリート構造に関するもので、TG2と関連する。TC250の分類を下図に示す。



GRCの設計基準を検討するに際して、許容強度の決定はGRCの特性（長期強度）に配慮したうえ
使用期間
使用中の雰囲気（気候条件）
調合
の要素を考慮しなければならない。

安全性と終局強度との関係は以下を満足しなければならない。

$$S \cdot \gamma_f \leq R \cdot \gamma_{a1} / \gamma_m$$

S = action

γ_f = safety factor for action

γ_{a1} = application factor for stress

R = resistance

γ_m = safety factor for resistance

GRCの使用部位、機能からも設計基準を考える必要があると考える。部位別には以下の3種に分類できる。

A：建築物の全耐用期間に渡り安定でありかつ設計最大荷重に対し保証する。

例 ファサード、クラディングパネル、スタッドフレーム、屋根材

B：建築物の全耐用期間に渡り安定であるが設計最大荷重については、条件設定しない。

例 パイプ

C：短期間に作用する荷重に対し強度保証をする。

例 型枠

2. アメリカでのGRCの使用 방법에歴史的建造物の補修用途がある。筆者の経験では、ニューヨーク私立大学、ニューヨーク市総合サービス局、ブルックリン音楽アカデミーなどがある。

これらの案件にGRCが採用されるに当たり、以下の性能確認試験が要求された。

ウェザーメーター	2000時間
耐水性能	1000時間
耐酸性雨	2000時間
耐凍結融解性能	50サイクル

耐急速凍結融解性能 100サイクル

吸水性能

風化

耐カビ性能

都度、上記の試験を要求され、結果が出るまで4～5ヶ月かかる。また、必ずしも好結果が出るとは限らず、これらのリスクを考えると、設計者、所有者は事前に品質保証されていないGRCを使いたがらないケースが多い。

ここでは、GRCの強度特性よりも装飾的な面での調合、光沢、エイジング方法などの基準を複数のGRCメーカーあるいは、業界団体がメーカー証明をするシステムを提案している。

3. スプレイドプレミックス法による実績として上記2.の案件を上げている。アメリカではDS法に比較して強度的に劣るスプレイドプレミックス法はまだあまり普及していない。しかし、上記2.の用途には有効であり本用途に要求される設計条件に見合うスプレイドプレミックスの調合、製法、製造設備基準の制定が望まれる。

ブレイクアウトディスカッション

10月11日、参加者を3つのグループに分け、次の3つのテーマについて5～6名のパネリストが、順次3つのグループを巡回し、自由討論を行なった。

1. 製造
2. デザイン、ハンドリング、取り付け
3. 表面仕上げ

このブレイクアウトディスカッションは参加者の好評を得て、次回もこの形式を取り入れることになった。

ミニJTM

Dr. スミスの手配により、10月10日のセッション終了後、日本GRC工業会視察団5名と、GRCA役員3名とでミニJTM (Mini Joint Technical Meeting) を実施し、次の4つのテーマについて意見交換を行なった。

1. FRCについて

特に情報は得られなかった。

2. スプレイドプレミックスについて

13mmチョップを2～3%含有するプレミックスモルタルを型枠面に吹きつける成形方法。

アメリカで2社、フランスで7社が導入している。繊維の分散を均一にできる利点があるが、強度が低いため、主に小物の成形に利用されている。

3. GRC 打込み型枠について

日本GRC工業会の研究結果を報告し、ヨーロッパでの状況を聞いたが、ヨーロッパでは、昔、イギリスで橋の捨て型枠に使われたことがある程度で、この用途は余り進んでいない。

4. PL法について

まだ具体的な問題にはなっていない。



GRC工場見学

10月12日、GRCA 参加者でドイツのKBF社のGRC工場を、また、日本GRC工業会として、10月13日、スイスのスタールトン社のGRC工場を訪問した。

1. KBF (ドイツ)

PCおよびハーフPCが主力の工場で、敷地の一面の別棟で、プランター、ガレージの屋根、飾り煙突、ヒサシ、ゴミ箱、バルコニースラブ用せき板等を製造している。これらの製品をスプレーガン2台で成形していた。

2. スタールトン (スイス)

PCも作っているが、GRCだけで120人が従事する、GRCが主力の工場である。製品としては、窓枠部材、電力ボックス等の規格品が主体で、カーテンウォールのようなオーダー品は皆無であった。製品により、ダイレクトスプレイ法（スプレーガン約10台）とプレミックス圧入法を使い分け、



GRC工場としてはかなり高い生産性をもつように思われた。特に、肉厚10mm、幅500mmのGRC板をたて打ちで瞬時に打設するプレミックス圧入法には、視察団一同瞠目させられた。

その他、型枠の自動ラックシステム、GRC自動切断機、1階→2階の自動搬送設備など、GRCの量産化が進んでおり、我々GRCに携わる者にとって、示唆に富む工場見学であった。

ETH (チューリッヒ工科大学) とのミーティング

10月13日午後、スタールトン社の人々と共にETH (チューリッヒ工科大学) を訪問し、GRC打込み型枠についてミーティングを行なった。

参加者は、ETH 2名、スタールトン 3名、日本GRC工業会 5名の計10名で、最初にETH側の報告を聞き、次に日本側（GRC打込み型枠調査・研究委員会）の報告を行ない、最後に質疑応答形式による意見交換を行なった。意見交換の結果、次のことがわかった。

1. 研究の目的

日本側の調査・研究委員会の研究の目的は、現行の鉄筋コンクリートのかぶり厚さを前提に、GRCの厚さが鉄筋のかぶり厚さに含まれることを認めさせることにある。それだけでも、日本では画期的なことであるが、ETH側の研究の目的は、GRCの厚さを鉄筋のかぶり厚さとして認めさせるだけでなく、GRCはコンクリートより高強度で、中性化に対する抵抗力もあるという理由から、GRCの使用によりかぶり厚さを現行より減らすことができると主張しようとしている。

2. 対象部位

日本側は柱・梁を中心に建築物のすべての部位を対象としているが、ETH側はスラブに特定しているように思われた。

3. GRCとコンクリートの一体性の確保

日本側は、エアセルによる凹凸面または金網の埋込みにより、一体性を確保しようとしている。それに対し、ETH側は、アンカー筋により一体性をもたせようとしている。

4. GRC打込み型枠の成形

日本側は、GRCの強度はそれほど強くなくてもよいという考えから、プレミックスマス法でGRC板を作ったが、ETH側は、GRCの高強度を生かす目的で、ダイレクトスプレイ法によりGRC板を製作した。

5. 試験内容

GRC打込み型枠調査・研究委員会報告書にあるように、当工業会は、付着力予備試験、模型部材試験、実大梁の曲げ試験（部材寸法4,800×250×400）、耐火予察試験等を行ない、性能を評価した。

ETH側は、付着予備試験は行わず、最初から、GRC-鉄筋コンクリート複合体として、曲げ試験（3,000×400×172）、剪断試験（1,800×400×172）、ねじれ試験（2,300×2,300×172）を行ない、性能を評価している。

6. 研究の結果

研究の結果、我々は、GRC打込み型枠を用いた鉄筋コンクリートは、在来工法による鉄筋コンクリートに比べて、同等またはそれ以上の強度を有するという結果を得ている。

それとは少しニュアンスが異なり、ETH側は、GRC-鉄筋コンクリート複合体の強度は、単なる鉄筋コンクリートに比べて優れているという確信を得たようである。

7. その他

ETH側は、公的認定が必要なことはスイスも日本と同様である、と言っていたが、我々の印象としては、日本の方が公的規制が厳しいように思われた。

今後も、研究の進捗状況について、日本とスイスとで情報交換を行なうことに双方の意見が一致した。

以上、GRCAコンGRESS、ブレイクアウトディスカッション、ミニJTM、GRC工場見学、ETHとのミーティング等について簡単に報告させていただきました。今回の欧州視察団は5人と人数が少ないこともあり、報告書を作成するのに手間取りましたが、何とかまとめ上げることができました。会員の皆様のご参考になれば幸いです。