

# FRP防水工法発展の歴史

<防水ジャーナル(2013年7月号)記事原稿を加筆・転載>

FRP防水材工業会 辻 修也

はじめに

FRP防水材及び工法の歴史を誕生期、開発期、発展・成長の3期に分けて辿ってみた。

内容はFRP防水材工業会(以下FBKに略称)に保存されている記録と、業界先輩のヒヤリングに沿って記述を試みた。

## 誕生期

記録では“1973年頃に軟質FRPによるFRP防水工法が開発される”と記されており、その後、1975年に大泰化工株式会社(商品名:コンパック)が国内最初のFRP防水工法を、続いて1977年に双和化学産業株式会社がポリルーフ(商品名)を上市している。

この頃FRP防水施工業に新規参入したのは、塗装、FRP成形、アスファルト防水等のFRP防水にはなじみのない異分野の各業者であったため、今日では常識となっている施工技術も、当時は試行錯誤の連続であったようである。

FRP防水は他のメンブレン防水材と異なり、硬くて剛性が高いという性質がある。

業界先輩の談によると当初はFRP成形用の材料をそのまま利用したので、屋上現場では、特に下地不連続部の処理等で苦労したようである。下地のクラックに対しては、強度や厚みを増加させて力でねじ伏せるFRP屋の発想で、具体的にはマット数を増やすとかロービングクロスを挿入するとかの手法で対処されたが、ゼロスパン応力をまともに受けては持つはずもなく、失敗の連続であったようである。

また、当初は硬質系樹脂を採用していたため現場で数多くの不具合を経験し、次第に樹脂軟質化の方向に移行していった。しかし物理的柔軟性と化学的耐水性という相反する性能を併せ持つ樹脂の完成まではその後長い時間を要したのである。

一方この頃、屋根防水より数量的実績を残したのは、北海道地区の牧畜用飼料サイロの内面ライニングであった。これはもともとエポキシ塗布仕様であったが、ライニングが保管飼料より発酵する有機酸に侵されるということで、耐食性に優れたFRPに変更された経緯がある。この他、漬物槽や水槽・プール等、日光に直接曝されない構造物は不具合の発生も少なく、この頃より槽類のライニングはFRPの大きな用途となっている。

## 開発期

### 【防水用ポリエステル樹脂の変遷】

1980～1990年代、各メーカーはFRP防水に適応した防水用ポリエステル樹脂の開発に取り組んだ。防水用ポリエステル樹脂に対する要求性能の水準が高く、各メーカーは開発にかなり苦戦したこともあって、この時期はメーカー各社よりFRP防水樹脂に関する特許が多く出願されている。

最終的には樹脂設計によって耐水性と下地追従性の問題が解決され、今日の建築学会JASS8防水用ポリエステル樹脂材料規格M-101-2007に繋がってきている。またこの頃外国の技術も検討され、1985年頃には欧州より伸び率200%の4液型防水用ポリエステル樹脂が技術導入されたが、高温多雨の厳しい気象条件の日本では普及することなく消滅していった。

### 【FRP防水用ガラスマットの変遷】

防水用ガラスマットも当初は成形用のガラスマットが使用されていたが、防水現場での施工性を改善するため品質改良が進められた。具体的には、平滑性を向上させるための両耳(耳とはマット巾方向の端部方向になだらかに質量が減少する部位)付きマットや有効幅を示すライン、屋外作業での視認性を向上させるため赤や青の色系を少量混入する工夫、などが行われた。

色系混入に至った面白いエピソードを業界先輩に聞くことができた。ある日、FRP防水作業中に“松葉”が防水層の上に降りかかったが気付かず、そのまま樹脂の硬化が進行してしまった。その後防水層を見ると、その松葉が非常に鮮明に見えたとのことで、この事象が色系混入のヒントになったと…。閑話休題。一方その他の基準としては、FRP防水の強度ばらつきをなくす為、ガラスマットの下限目付量を厳しく規制した基準が作成された。この基準は後日、前述した防水用ポリエステル樹脂の規格と並んで建築学会JASS8防水用ガラスマット材料規格M-102-2007として制定されるに至ったのである。

### 【FBKの発足と活動】

1989年にFBKの前身、FRP防水工法研究会が発足し、それまで個別で活動していた工法メーカーが“信頼されるFRP防水を”の旗印のもとに集結して今日のFRP防水の礎となる業界共通の活動を開始した。後に建築学会のFRP防水各種規格・基準類や2002年発刊の全国防水工事業協会(以下全防協と略称)“防水施工法(FRP防水編)につながる“FRP防水工法・施工マニュアル”の作成を技術委員会で作成し発刊した。更に当時3社が個別に実施していたプライベート技能検定の内容の統一化を図り、2001年後期より開始された厚生労働省の“FRP防水工事作業”技能検定へと進展していった。

またFRP防水業界の教育啓蒙活動、特に環境・安全衛生等を中心にセミナー・技術講習会等を実施し、今日まで継続実施されている。また環境問題に関してはFBK内に環境対策委員会を立ち上げ、施工時の臭気対策やVOC低減化を目的に環境対応型FRP防水材料認定制度を設けるに至っている。

## 成長・発展期

### 【技能検定】

防水施工の重要なインフラである技能検定の実施はFBK設立当初からの強い要望であり、1998年に厚労省に検定実施に関する要望書を提出した。そして翌1999年には厚労省内に専門調査会が設けられ、約2年間かけて実技・学科の両面で内容検討作業が進められ、試行技能検定(トライアル)が実施されるに至った。

以後、検定に関する業務は中央職業能力開発協会に引き継がれ、検定実施に向けて具体的作業が進んでいった。一方、全防協内にも技能検定の受け皿体制として全防協技能検定特別委員会・FRP防水小委員会が1997年に設置され準備作業が進められた。

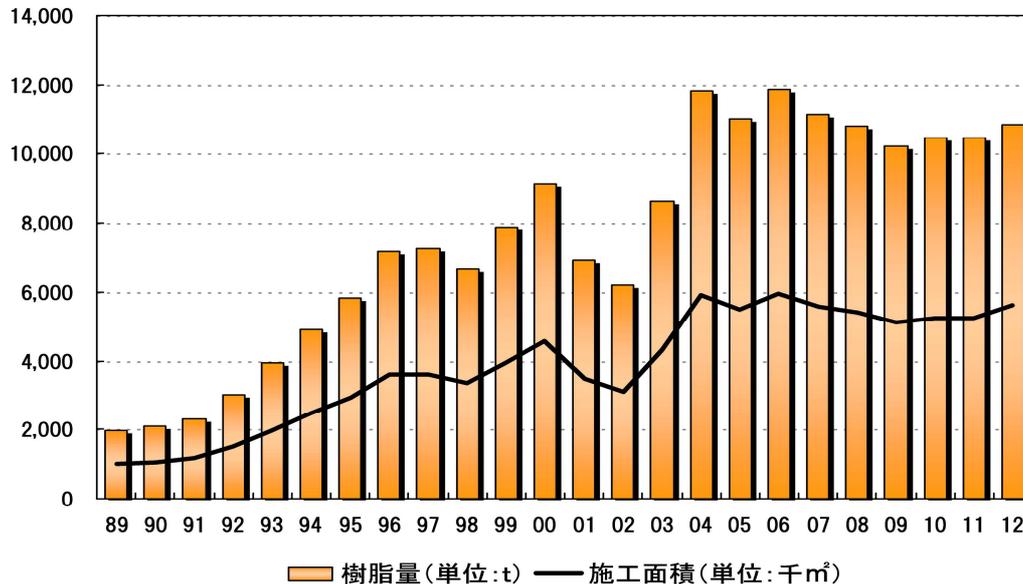
こうして関係者の努力のもと2001年にFRP防水の施工制度の土台となる技能検定“FRP防水工事作業”が開始されるに至った。今日では4000名を超える技能士が誕生し、FRP防水業界を支えている。

### 【FRP防水の規格・基準の変遷】

公的な基準作りは1994年に設置された建築学会防水工事運営委員会のFRP防水工法小委員会(岩井孝次主査)により行われた。その後4年間ほどかけ、各社ばらばらであった材料物性、防水層性能、実績調査等が整理された。そしてその成果をもとに仕様の標準化が行われ、その内容は建築学会FRP防水施工指針・同解説(案)2000年版<sup>1)</sup>として刊行された。またこの指針は、建築学会防水工事運営委員会にFRP防水工事施工指針改定小委員会(土田恭義主査)が設置され、更に内容を充実させてFRP防水施工指針・同解説2010年版に発展していった。この指針には新たにFRPとウレタンやシート

を複合化した仕様や防食関係の仕様が追加掲載され発刊された。

◆ FRP防水材工業会まとめ 施工実績推移



2005年から始まった建築学会防水工事運営委員会のJASS8改訂塗膜防水SWG(堀長生主査)でFRP防水のJASS8制定の作業が開始された<sup>2)</sup>。

FRPの特徴は良くも悪くもその強度と剛性にあり、それまでのメンブレン防水とは性状が全く異なるものであったため、関係者から迫られた課題は根拠となる工法理論の構築と材料規格の制定であった。

このため、関係者にFRP防水をより深く理解してもらうべく、下地亀裂追従性、耐衝撃性、耐疲労性等FRP材料の基本物性に関する研究や施工実態調査等について、建築学会大会の場で30編近い論文発表を行った<sup>3)</sup>。

この作業は従来建築学会と関係の浅かったFBKにとって一種の他流試合であり武者修行とも言える試練の場であった。特に重要な要求機能である下地亀裂追従性については、精力的に数多くの実証試験を繰り返した。その結論は下地への接着力より防水層が強ければ下地の表層を壊し防水層は破断しないという理論構築であった。当時東工大の田中教授はこのメカニズムを“ずれ”を起こさせる“第4の現象”が明らかになった<sup>4)</sup>という表現で記述されている。一方、前述の如く、JASS8標準化には使用する材料の性能裏付けとなる材料規格が必要条件であったため、JASS8改訂塗膜防水SWGで検討審議され樹脂やガラスマットの材料規格M-101、M-102の制定が計られた。

### FRP防水の用途

FRP工法の特徴は施工の速さと強靱な塗膜物性にある。その良さを生かした代表的な用途が木造住宅バルコニー防水と駐車場防水である。この経緯について少し触れてみたい。

#### 【木造住宅バルコニー防水<sup>5)</sup>】

1990年代初め、大手住宅メーカーの某社が先鞭をつけてから、強靱な軽量防水、速硬化による施工性のよさ等の長所が武器となって木造住宅バルコニーのFRP防水はまたたく間に国内中に普及していき、今日FRP防水の主要な用途に成長している。

しかしFRP防水の物件数の増加とともに、現場での不具合事故も増え、その対策として当時の(財)住

宅保証機構では2004年に設計施工基準を設定した。背景には品確法に基づく雨水の浸入防止の義務付けによる10年間の瑕疵担保責任があった。この制度はその後、耐震偽装問題や保証機構の組織改革等もあり2007年に“特定住宅の瑕疵担保責任の履行の確保等に関する法律”が施行され、元請又は販売業者は10年間の瑕疵担保に関する資力の確保が求められることとなった。資力確保の手段として中小住宅メーカーは指定保険法人の保険制度を利用して対応しているところが多いようである。

上記各団体の施工基準制定に協力するために、FBKでも2005年に「木造住宅バルコニーFRP防水施工標準仕様書」の第1版を発刊した。この標準仕様書は時代とともに内容を少しずつ改め、2012年には第3版が刊行され、現在多くの木造建築関係者に利用されている。

木造関係では2013年に国土交通省編纂の「公共建築木造工事標準仕様書・平成25年版」に掲載されることになり、FRP防水にとって大きなエポックとなった。従来この仕様には防水工事の章はなかったが「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」(2010年公布)等を背景に、10章“防水工事”として新たに記載された。内容で特筆されるのは、FRP防水技能士の施工義務化となにかと問題のあった“サッシや水切り等の後付け”の条件化である。

#### 【駐車場と複合防水】

屋上駐車場の防水施工は防水機能と車両が走行する床機能の両面を要求される極めて難度の高い防水工法である。しかし大店立地法等の追い風もあり、郊外型の量販店屋上の防水施工はFRPの高強度と軽量を”売り”に1990年代から施工実績を積み上げていった。

通常は大面積であり、FRP層のみでは下地追従性に不安があったため、FRPとウレタンの複合防水が注目され実績を伸ばしていった。車両走行に対してはFRPの強度が、建物の動きに対してはウレタン防水の高伸び率が負担する、という理論であった。しかし現場では必ずしも理屈通りにはいかず、異種材料間の層間剥離が発生し、工法として確立するためにクレーム処理のための高い授業料を払うことになった。

今日この工法は完成度の高い工法に成長してきたが、その要諦は材料間の接着効力保持時間を施工管理することであり、これは全て現場での経験工学の積み重ねであったとも言える。

#### まとめ

40年近いFRP防水の歴史を振り返ってみたが、他の防水材と異なる性状であるがため、業界の先人たちは苦戦の連続であったようである。それを施工現場での知恵と工夫で、工法として確立していったことがよくわかる。今後はその特徴を生かして屋上庭園防水や防食分野等で新たな市場を構築し発展していくことを期待するものである。

最後に、本稿作成にあたって、落合雄二氏他多くの方々からFRP防水の歴史に関する貴重なお話を伺うことができた。改めてここに感謝の意を表する次第である。

#### (参考文献)

- |        |                       |                    |
|--------|-----------------------|--------------------|
| 1)岩井孝次 | 「FRP防水施工指針・同解説(案)」の概要 | 防水ジャーナル(2000年8月号)  |
| 2)堀長生  | JASS8制定の経緯と今後の課題      | 防水ジャーナル(2008年3月号)  |
| 3)大野博文 | FRP防水の性能評価と標準化について    | 防水ジャーナル(2004年10月号) |
| 4)田中亨二 | FRP防水の将来              | 防水ジャーナル(2008年3月号)  |
| 5)安田義信 | 戸建て住宅バルコニーの防水         | 防水ジャーナル(1995年11月号) |

2013年6月