

## <技術紹介>

# 冷却塔補修工事への FRP 材適用の事例紹介

## Examples of FRP applied to cooling tower repair works



(気)冷却塔部エンジニアリンググループ  
山本 裕久  
Hirohisa Yamamoto

木製冷却塔は納入後10~15年経過すると木材の腐食により部分補修が必要となる。従来は腐食部分は木材で補修していたが、近年は FRP 材を使いメンテナンスと補修工事費用の削減が図られている。FRP は、腐食しない、強い、軽い、品質が安定しているという大きなメリットがあり、当社では1967年から冷却塔の部材の内のファンスタック、ファン、温水槽、冷水槽、外装板に採用してきたが、このたび独自に主構造材に至るすべての材料の FRP 部品の生産体制を整え短納期で低価格を可能とした。主構造である支柱、斜柱、梁には木材強度の2倍以上で形状的にも互換性のある FRP 材を準備しており、都度強度計算不要で交換が可能で、耐久性も25年以上となる。

Wooden cooling towers require partial repairs on damage caused by decay of wood in 10 to 15 years after delivered. While decayed parts have been repaired with wood thus far, recently the reduction of maintenance and total repair cost is attempted by making repairs with FRP. FRP has a great advantage of being non-corrosive, mechanically strong, lightweight and stable in quality. Shinko Pantec has been using the FRP on fan stacks, fans, distribution basins, cold water basins and casing among the cooling tower parts since 1967 and finally we have succeeded in establishing a production system on our own for all FRP-made members including main structural members, resulting in satisfying the requirements for short delivery and a reasonable price. FRP-made main structural members, comprised of columns, diagonal braces and girts, are two times stronger than wood in strength and interchangeable in shape, replaceable without calculation of strength each time when replaced, and over twenty five years in durability.

### Key Words :

冷 却 塔	Cooling tower
補 修 工 事	Repair works
F R P	Fiber Reinforced Plastics
主 構 造 材	Main structural members

### まえがき

当社は1962年(昭和37年)以来、木製冷却塔を主体として各種冷却塔を納入してきた。木製冷却塔は納入後10~15年経過後部分補修が必要になってくる。

一般的には木材で補修するが、毎年の補修工事費用削減に取り組むユーザーが増加している。

一方「PRTR法」の公布、産業廃棄物規制強化も踏まえますます FRP 化が増加するものと予測して

いる。

FRPは、木材に比べ、腐食しない、強い、軽い、品質が安定しているという大きなメリットがある。

しかしながら、木材に比べコスト高、短納期対応がネックで普及しづらい難点があった。メンテナンス費用削減に取り組む熱心なユーザーの期待に応えるべく開発を重ね、この度独自に主構造材に至るすべての材料のFRP部品の生産体制が整い、短納期、価格面についても期待に応えられるようになった。

本稿では、当社点検報告書に基づく補修工事でのFRP部品の採用事例について紹介する。

## 1. 主構造のFRP材

冷却塔の主構造である柱、梁、斜柱、甲板材には引き抜き製造（プルトルージョン法）のFRP材を使用している。そのため、腐食しない、強度、品質の安定、周囲環境条件に左右されることなく冷却塔の主構造材として最適である。さらにFRPの材料特性で部材交換による強度は2倍増となる利点もある。

しかし、市販のFRP材では短納期、コスト面で採用しづらい面があった。当社ではこの欠点を補うため、独自に冷却塔用主構造材を開発し低価格で提供できるようになった。

## 2. FRP材による補修工事適用事例

### 2.1 納入時期

1970年3月に某社水島地区に納入。

### 2.2 冷却塔仕様

塔型式	強制通風式クロスフロー冷却塔
塔番号	663M-32-06R
基数	1基（6セル/基）
塔寸法	

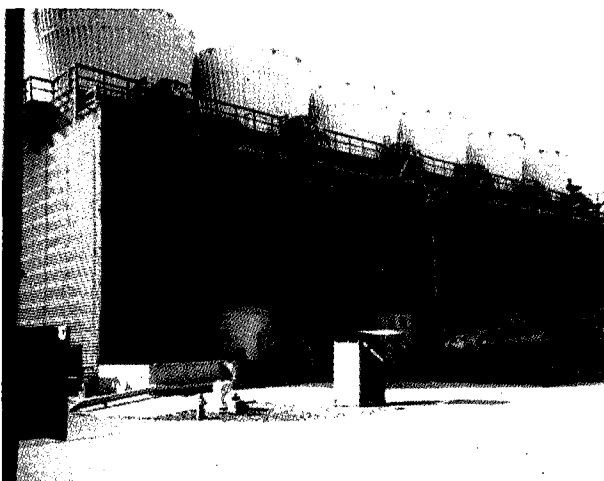


写真 1 冷却塔全景

Photo 1 Panoramic view of cooling tower

全長	51 440 mm
全幅	14 450 mm
全高	18 100 mm（冷水槽天端より）
冷却水量	13 000 m <sup>3</sup> /h
入口温度	40.0 °C
出口温度	30.0 °C
湿球温度	27.0 °C

### 2.3 機器明細

#### 1) 送風機

型式	軸流型（手動可変ピッチ翼）
直径	7 310 mmφ（公称）

#### 2) 減速機

型式	スパイラルベベル及びヘリカルギア
----	------------------

#### 3) 伝動軸

型式	フルフロート・フレキシブルカップリング
----	---------------------

#### 4) 送風機用電動機

型式	全閉外扇屋外型三相誘導電動機
定格	110 kW, 4 P, 3 300 V, 60 Hz

写真 1 に冷却塔全景を示す。

### 2.4 納入時構造材材質

①主構造	木製（防腐処理）
②外装板	波形アスベストセメント板
③ファン甲板	木製（防腐処理）
④ルーバー	波形アスベストセメント板
⑤ファンスタック	FRP
⑥充填材	硬質塩化ビニル
⑦エリミネーター	木製（防腐処理）
⑧温水槽	木製（防腐処理）
⑨散水箱	木製（防腐処理）
⑩塔上手摺	木製（防腐処理）
⑪塔内歩廊	木製（防腐処理）
⑫階段	木製（防腐処理）

### 2.5 補修箇所および劣化腐食箇所

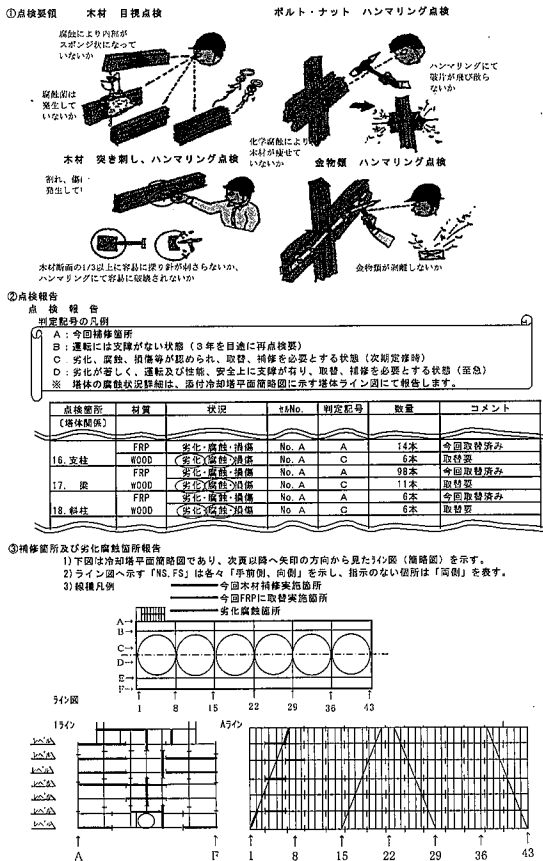
当社では納入冷却塔のメンテナンス体制として、巡回点検サービスを実施している。木材部の点検には、目視、突き刺し、金物類にはハンマリングで腐食状況を段階的に分類し報告書で提案している。

本補修工事もこの報告書に従って実施したものである。

補修工事完了後は、補修工事完了報告と併せ、次回補修箇所を明記して報告している。第1図に冷却塔点検補修工事報告書記載例を示す。

### 2.6 主構造材へのFRP材の適用事例

主構造材とは、支柱・梁・斜柱を指し台風、地震



第1図 冷却塔点検補修工事報告書記載例  
Fig. 1 Examples of reports on cooling tower inspection and repair work

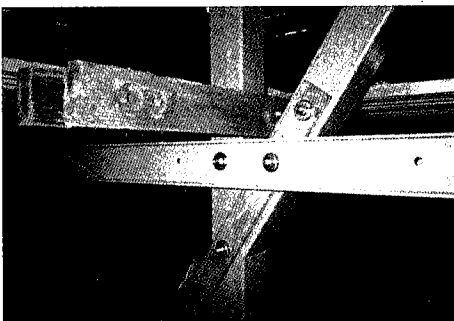


写真2 主構造材(梁, 斜柱)  
Photo 2 Main structure (Girt, Diagonal brace)

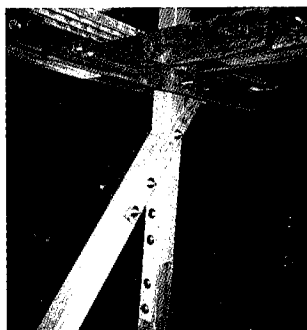


写真3 主構造材(支柱継手, 斜柱)  
Photo 3 Main structure (Joint of column, Diagonal brace)

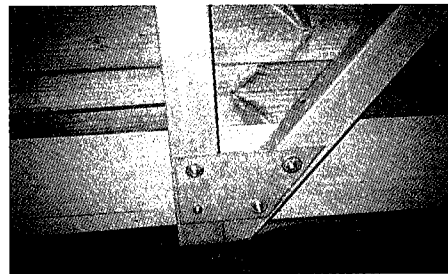


写真4 主構造材(支柱, 斜柱)  
Photo 4 Main structure (Column, Diagonal brace)

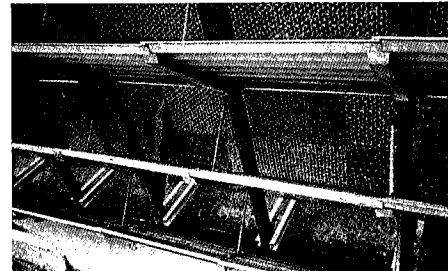


写真5 主構造材(梁)  
Photo 5 Main structure (Girt)



写真6 主構造材(梁)  
Photo 6 Main structure (Girt)

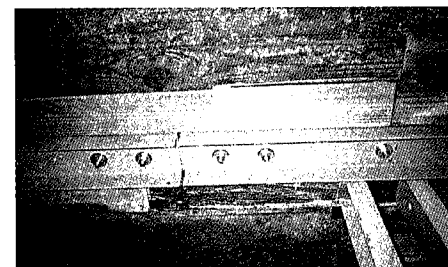


写真7 主構造材(梁)  
Photo 7 Main structure (Girt)

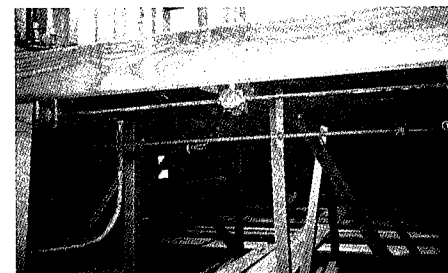


写真8 主構造材(支柱, 斜柱)  
Photo 8 Main structure (Column, Diagonal brace)

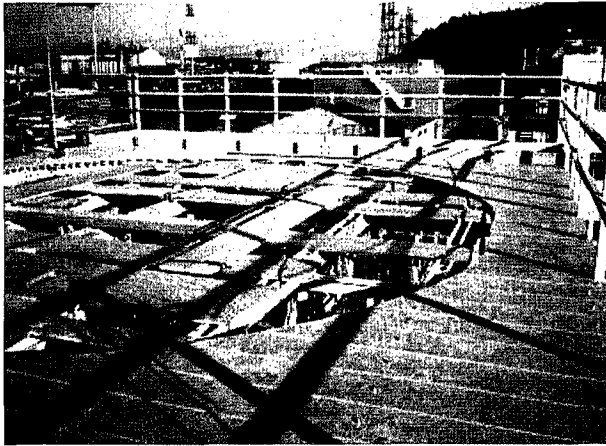


写真 9 ファン甲板  
Photo 9 Fan deck

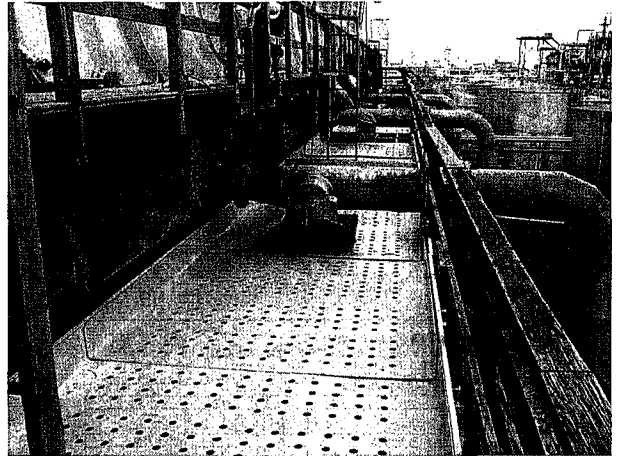


写真 10 温水槽  
Photo 10 Distribution basin

時に耐えうる強度を有し、特に強度が一番必要な構造材を指す。この構造部材が負担する荷重は、個々部材毎に異なるので、納入メーカーまたは納入時の構造計算書と照合し適切な強度を有した部材に交換する必要がある。当社では、木材強度の2倍以上でかつ、形状的にも互換性のあるFRP材を準備しており都度強度計算不要で交換が可能となる。また、FRP材に交換することで耐久性は25年以上となる。

写真2～8にその適用事例を示す。

#### 2.7 ファン甲板へのFRP材の適用事例

ファン甲板フローアは、冷却塔の最上部の点検デッキとなる。裏面は高温多湿で一番腐食し易い箇所、安全上早期に補修を勧めたい。

写真9にその適用事例を示す。

#### 2.8 温水槽へのFRP材の適用事例

温水槽は冷却塔に送られてきた温水を充填層に均一に分散させる散水装置である。温水槽のFRP化には、底板にFRPハンドレイアップ材、側板・サ

ポートにはFRP引き抜き材を使用する。

写真10にその適用事例を示す。

#### 2.9 その他冷却塔構造材へのFRP材の適用

本稿では、上述のとおり主構造材、ファン甲板、温水槽へのFRP材の適用事例について紹介したが、冷却塔構造材（外装板、ルーバー、散水箱、塔上手摺、塔内歩廊および階段）すべてについてFRP材での補修工事が可能である。

#### むすび

冷却塔はあらゆる業界で使用されておりメンテナンスに関するユーザーの関心も高く、また、稼働後20年以上になる冷却塔も多くあり補修を計画されているところも少なくない。

本稿が冷却塔の補修を計画されているユーザー各位の参考になれば幸いである。

今後は、FRP材の実機適用による経験を積み多様化する冷却塔ユーザー各位のご要望にお応えできるよう努力していく所存である。

#### 連絡先

山本 裕久 気熱装置事業部  
冷却塔部  
エンジニアリンググループ

TEL 078-232-8135  
FAX 078-232-8066  
E-mail hr.Yamamoto@pantec.co.jp