

水圧鉄管代替製品FRP管の採用について

東北電力株式会社 正会員 上田亨三郎
東北電力株式会社 ○前田 長友

1. まえがき

東北電力(株)は、青森支店管内にある大不動発電所(最大出力 1,400 KW, 昭和3年運開)の水圧鉄管取替工事において、強化プラスチック管(Fiberglass Reinforced Plastic Pipe, 以下「FRP管」という。)を最大48度の急傾斜地に露出水圧管として日本で初めて採用した。

従来、FRP管は優れた特性を持っているものの、管の構造上から水圧管として採用されていなかったが、当社はFRP管の各種の特性を損なわないように、管の支持方法の考案等、技術的問題の解決を図り採用に踏切ったものである。

今回の工事においては、昨年11月の通水・諸試験で良好な結果を得たので、当社のFRP水圧管採用の経緯・設計について報告する。

2. FRP管の概要

今回、大不動発電所に採用したFRP管は、図-1に示すとおり軸方向の応力を負担する「フーブ層」と、周方向の応力を負担する「カット層」を複数層とする「FRP層」で所定の管

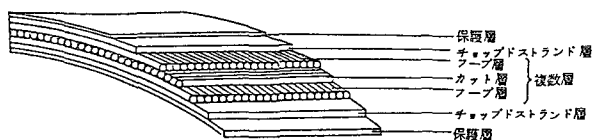


図-1. FRP管の断面図

厚を確保し、その内・外面に水密性を高める「チョップドストランド層」並びに、管の耐摩耗性および耐候性を有する「保護層」から構成されている。なお、FRP管の特徴は以下のとおりである。

- ①. 鋼管に比べて軽量であるため取扱いが容易である。
- ②. 管の接合部分は、特殊形状のゴム輪を介したソケット方式となっており、現場溶接が不要で施工性に優れている。
- ③. 酸・アルカリに強く耐食性に優れている。
- ④. 耐摩耗性が良好である。
- ⑤. 塗装の必要がなく、維持管理が容易である。
- ⑥. 鋼管に比べ単位重量あたりの材料費は高価であるが、現地据付工程が大幅に短縮できる。

3. FRP管採用の経緯・設計

これらのことから、電力業界でもその採用に強い関心が寄せられていた。しかし、これまでは構造上の問題から、発電所においては余水路や取水路等への採用に限られており、急傾斜地に設けられる水圧管には採用されていなかった。このようななかで、当社は急傾斜地においてFRP管を露出水圧管として採用するにあたり、その特性を損なわないことを第一として設計した。

(1). 計画の経緯

今回、FRP管据付工事を実施した大不動発電所は、青森市の南に位置し、堤川水系堤川より取水している水路式発電所である。堤川は八甲田連峰北側に流域をもち、この流域内には温泉やガス噴出等に伴う酸性の湧水が多く、源泉地点は酸ヶ湯温泉の地獄沼や赤水沢等であり発電所で使用している水は、年間PH3～4と強酸性河川である。酸性水対策には長年苦勞を重ね、耐酸塗料の開発により幾度となく試験塗りを繰返してきたが、残念ながら決め手となる成果を得るまでには至らなかった。

そこで、昭和50年に堤川上流の矢別発電所、昭和54年に赤水沢発電所水圧鉄管に「ステンレスクラッド鋼

」を採用することで、酸食対策に大きな信頼が得られ現在に至ったが、経済性とともに水圧管の信頼性向上をはかるため、新材料・新技術等の積極的導入気運とあいまって、FRP管の採用検討に入ることとした。

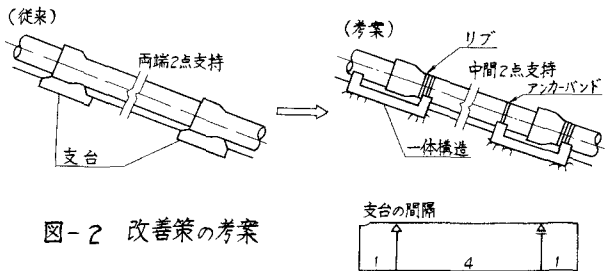
しかし、従来は急傾斜水圧管において、構造上滑動安全性や可撓性の保持が難しいこと、さらに水密保持の安全性等の問題点があり実用に至っていなかった。

(2). 設計の概要

このようななかで、当社は急傾斜地にFRP管を露出水圧管として採用するにあたり、FRP管の特性を損なわないように、管体の破損と管の抜出しが重大災害につながるため、これを回避することを設計・施工の最重点とし以下の技術的改善策を施し、諸問題を解決し48度の急傾斜地に露出水圧管として採用した。

①. FRP管の支持方法として、継手部

(従来の) のたわみ角を最小とする中間2点支持の「両端張出し梁構造」とし、支台基礎は着岩させ継手部をはさむ両側支承とすることで、継手部の管軸方向交角が許容曲げ角度（継手部が漏洩なく曲がる角度のおよそ $\frac{1}{2}$ 、 $\phi 1100$ で3度）まで変動しても、内・外管管体が接触



して管体破損が生じないこと、水密ゴムに常時の偏荷重を与えぬことを考慮した構造に改善した。

②. 管軸方向の滑動抵抗力は、管と支台の摩擦力であり、急傾斜になる程滑動の危険がある。よって、滑動を防ぐため、上流支台部の管胴本体にFRP製リブを設け、これを支台にかけリブの剪断力で対抗させる構造に改善した。この場合、部分的な応力集中が懸念されたが、応力解析・剪断試験により安全を確認した。

③. 内水圧が大きくなることに伴う水密ゴムの飛び出しを防ぐため、突起を設け水密保持の安全性を高め、また、温度変化による管体の伸縮については、温度差と許容曲げ角度を考慮して挿込み長さを延ばす等継手の改良。

4. あとがき

今回、FRP管の採用により、従来の鋼製水圧管で苦しめられていた腐食の問題が解決した。また、FRP管は施工性に優れていることから工期が約50%に短縮され、工事費も従来のステンレスクラッド鋼に比べ約35%の軽減が図られた。さらに、塗装費の削減と停止期間の短縮による停止電力量の軽減が図られた。当社は今回の成果をもとに水力の水圧管、導水路、余水路への採用、大口径・高水圧管の導入を進める等適用拡大を図る予定である。また、FRP管の採用分野は水力にとどまらず、既に火力発電所の冷却管に採用される等原子力・火力の分野でも魅力に満ちた新素材として、電力各社では積極的に検討が進められている。