

# 水力発電所の埋設配管漏水修理工法の開発

分岐・曲がり部を有する配管系へのFRP膜ライニングによる漏水修理工法

## Development of Water Leak Repair Method for Buried Piping in Hydroelectric Power Plant

Water Leak Repair Method with FRP Film Lining for Piping System that has Divergence and Curved Part

(工務部 発電電G)

(Hydro Power and Substations Group, Electrical Engineering Department)

埋設配管に漏水が発生した場合、配管内面をライニングする修理工法があるが、配管分岐部の閉塞および腐食孔に対する耐圧性能の低さから、水力発電所への適用は困難であった。そこで分岐部への施工方法も含めたライニング工法を開発したので紹介する。

When a water leak is generated in a buried piping line, we have repaired it with lining. The application to hydroelectric power stations was difficult from the blockage generation of the divergence part and the low degree of the resisting pressure performance to the corrosion hole. So, we have developed a new lining method including the construction method to the divergence part.

### 1 研究の背景

立軸の水車周りの配管は基礎コンクリートに埋設される場合が多い。この配管が経年により腐食し漏水した場合、取替には掘削を伴うため多大なコストと長期の停電が必要となる。

一方、漏水補修技術として第1表に挙げるライニング工法があるが、腐食孔が発生した場合、次の問題点がある。

配管と基礎コンクリートの間に溜まった漏水が配管内側へ浸透することによるライニング膜の形成不良 (樹脂ライニング工法)

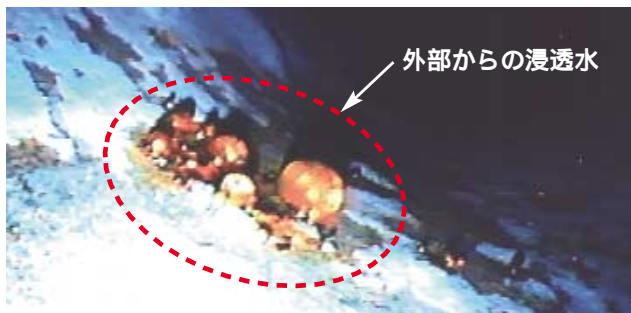
配管分岐部の閉塞 (ホースライニング工法)

今回これら2つの問題点を解決するライニング技術を開発した。

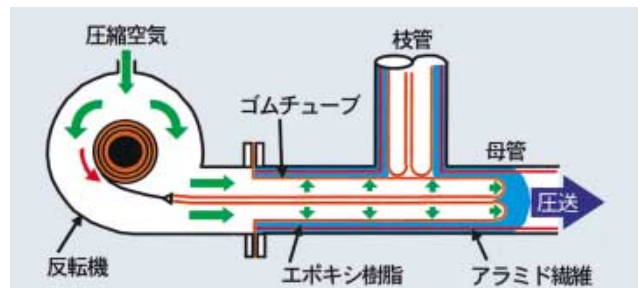
### 2 新工法の概要

#### 2.1 新ライニング法

今回、配管内面でゴムチューブを膨らますことで、アラミド繊維へエポキシ樹脂を含浸させたライニング膜を形成させることにより、腐食孔を塞ぐ修理工法を開発した。施工の概要を第2図に示す。この工法では圧縮空気の圧力で膨らんだゴムチューブが、エポキシ樹脂を腐食孔へ浸透させるため、配管外に溜まっている漏水の浸透圧に抗して止水することができる。



第1図 漏水配管内部の例



#### 【施工手順】

アラミド繊維の編物を配管形状に合わせ作成し、配管内に引き込む。  
エポキシ樹脂を配管内へ注入。  
ゴムチューブを挿入。  
反転機によりゴムチューブ内に圧縮空気を送ることで、エポキシ樹脂を配管内へ圧送・塗布。  
エポキシ樹脂が腐食孔へ浸透し硬化するまでゴムチューブを保圧。  
ゴムチューブを抜き取る。

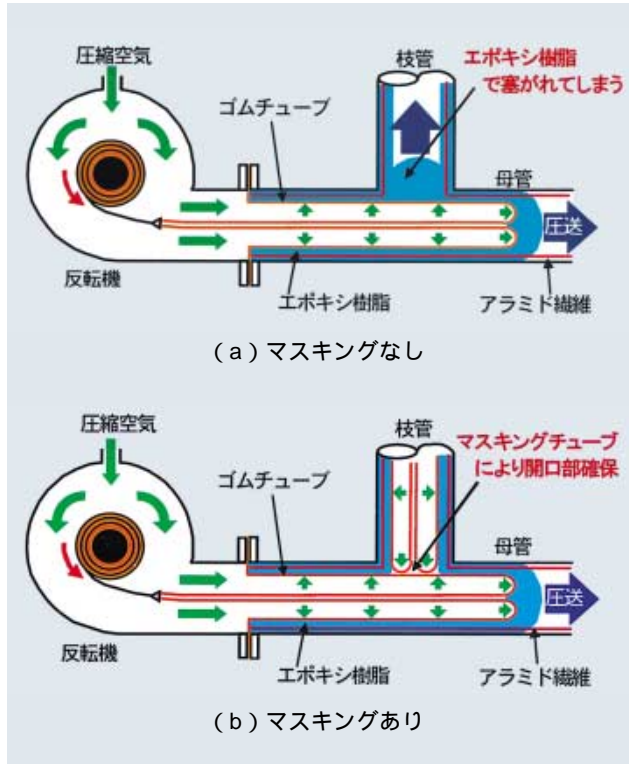
第2図 施工概要

第1表 ライニングの従来工法および新工法の性能比較

ライニング工法	用途	ライニング膜材料	浸透水がある状況下における腐食孔閉塞性能	腐食孔に対する耐圧性能	分岐部施工
樹脂ライニング	給排水管の防食	エポキシ樹脂	なし	なし	可
ホースライニング	給排水管の防食 漏水補修	接着剤：エポキシ樹脂 ジャケット：ポリエステル繊維 皮膜材：ポリエチレン樹脂	不明 (実績なし)	~3MPa (実績値)	不可
新工法	給排水管の防食 漏水補修	樹脂：エポキシ樹脂 + 繊維：アラミド繊維	あり (今回検証)	7MPa以上 (今回検証)	可

### 2.2 分岐部を閉塞させない施工手順

分岐部を無視して樹脂を圧送すれば、樹脂が堆積したまま硬化し、枝管を閉塞させてしまう。そこで第3図に示した施工方法のようにマスキング用チューブを使用し、対象配管を数回に分けて施工することで、上記の問題を回避した。

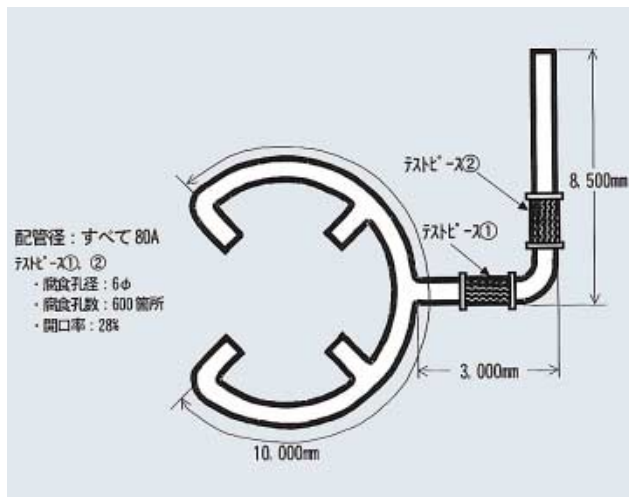


第3図 分岐部施工方法

## 3 ライニング膜の評価

### 3.1 検証のための配管モデル

水力発電所の吸出し管に接続される配管のモデルを第4図に示す。この配管系におけるライニング施工を通して、埋設配管の分岐部、曲がり部への施工状態を検証した。



第4図 配管モデル

### 3.2 腐食孔部におけるライニング膜の耐圧性能

第4図に示した腐食孔を模擬したテストピースにて、配管外部からの浸透水を模擬した状況にてライニング施工し、第2表の条件で、繰り返し耐圧試験を実施した。

その結果、1mm程度の厚さのライニング膜は、浸透水がある状況下においても6mmの腐食孔を閉塞するのに十分な強度を有することが確認できた。

第2表 繰り返し耐圧試験条件

条件	設定根拠
圧力	7 MPa モデル発電所使用圧力
圧力変動回数	5000 回 起動回数1回/1日×12年
腐食孔径	6 mm 想定腐食孔径
ライニング厚	1.0 ~ 2.1 mm (参考)テストピース部膜厚

### 3.3 ライニング膜の品質および厚さ

ライニング膜の内部状況を第5図に示す。いずれの部位においてもライニング膜の欠損もしくは配管の閉塞は見あらず、良好な品質で形成されている。

厚さについては、直線部で厚さ1mm以上の均一な膜が得られており、前項の繰り返し耐圧性能を有するものと考えられる。分岐部・曲がり部においては、平均2mm以上の膜が得られているが、局部的に1mmを下回る箇所があった。これは保圧時に、曲がり部でゴムチューブが配管内面に追従することができないためと考えられる。

(a) 直線部	(b) 分岐部	(c) 曲がり部
平均膜厚 1.5mm	平均膜厚 2.6mm	平均膜厚 2.2mm

第5図 各部ライニング施工状況

## 4 今後の展開

これまで困難とされていた水力発電所埋設配管の漏水補修に対して、今回開発したライニング工法を適用することで、漏水補修ができる見通しが立った。しかし分岐部・曲がり部において局部的に膜厚の薄い部位が生じたため、今後は樹脂粘度および施工速度との関係を把握し、膜厚をコントロールする技術を改善する。



(現所属：長野支店 技術部 発電電課)  
執筆／松岡茂樹  
Matsuoka.Shigeki@chuden.co.jp



執筆／野村元彦  
Nomura.Motohiko@chuden.co.jp