

東京電力株式会社電力所

小坂登夫

正会員・田村滋美

1 緒 言

水圧鉄管の最近の問題としては大容量高落差の水圧鉄管の設計施工に關するもの、地下発電所にもなり内設管の安定の問題、これ等に付随して生ずる高強力鋼の溶接施工条件の確立の問題がある。

しかし、一方我國の水力発電は既に60～70年の歴史を有し、その諸設備も初期のものは長い年月にわたつて点検保守の手をつくしているが相当に老朽化している。水圧鉄管もその例にもれず腐蝕摩耗による管厚の減少継手効率の低下等相当の老朽化をきたしており、中でも水力開発の初期に於いて高落差箇所に使用した輸入鍛接管溶接技術の拙劣であつた初期の溶接管等には進行性のクラックを内在するもの、溶接機の切欠弱性が明らかに劣つているため、亀裂発生が考えられるものがあり使用上危戸のあるものがある。

したがつて、この既設老朽水圧鉄管の補修対策も非常に大きな問題であり、これについて考える場合危具のある鉄管の全を新しい材料で、現在の確立された製作据付方法に従つて取替えるのが理想的である。しかしこれらの既設鉄管路には地下に敷設されておる場合や掘設管路上に直接鉄道等他の構造物が存在する場合、固基台が大きくその数が多い場合全管を新たに取替えることは必然的に土木工事量の増大発電停止期間の長期化を来し、当然工事費の増加を招くと共に安全管理上の問題も大きくなる。従つてこれ等掘設部の鉄管は既設鉄管をそのまま補修して使用することが出来るとすれば停止期間の短縮と土木工事費の低減をはかることが可能になる。

そのため種々の工法が考案されているが、完全に信頼のおける補修方法の確立はいまだなされていないのが現状である。しかしここに紹介する当社高瀬川才三発電所水圧鉄管取替工事に於いて採用した固定台部を二重管工法により取替補修する方法は昨今の溶接技術の進歩に助けられ信頼性経済性の面から可成り良好なものと思われる。

ここでは二重管工法による水圧鉄管取替工事の概要並びに設計施工上を意した点について報告する。

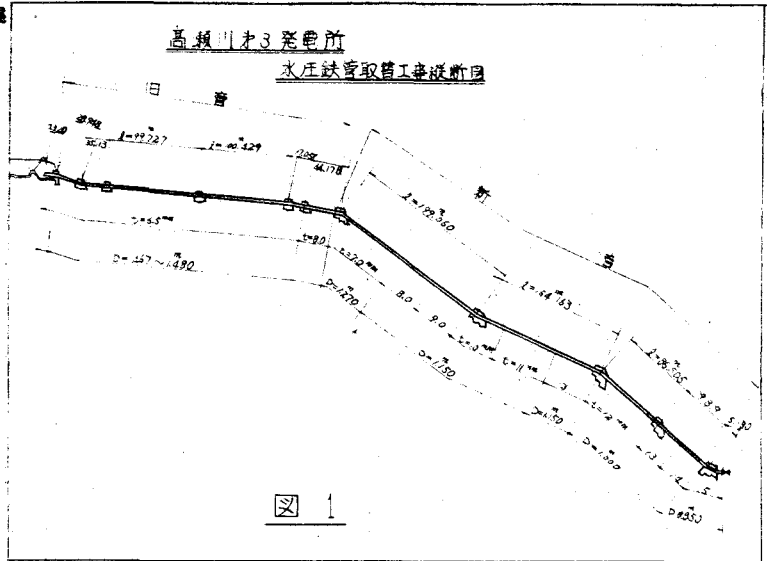
2 工事概要

高瀬川才三発電所は日本一の大河川である信濃川の支流高瀬川にあり最大出力25,000馬力、最大使用水量約10.0 $\frac{m^3}{s}$ で今から約43年前の大正13年に発電開始されたものである。水圧鉄管は、全長約860mのうち上部320mは鍛接管、下部540mはドイツマンネスマン社の鍛接管であつた。今回取替工事は下部鍛接管を取替えるもので固定台部分は旧管をそのまま残し新管を内側に挿入する二重管工法を採用した。なお、参考までに二重管工法と上下流で結合分設させ取替部分を一条にした場合の工事費の比較は次のとおりである。表に示すとおり土木工事費は従来の30%程度になり、損失電力については約半分になつており、全体的に見て30%程度経済的になる。

工事費比較表

二重管工法 新管一系集

	(千円)	(千円)
材料費	58,000	58,000
(鉄管製作費)		
土木工事費	80,700	24,000
固定台 (19,000)	(1,600)	
小支台 (4,100)	(8,000)	
管節面 (8,600)	(0)	
仮設橋 (15,000)	(7,400)	
機材器具 (14,000)	(8,000)	
安全設備 (8,000)	(1,500)	
諸経費 (18,000)	(45,000)	
除却工事費	130,800	10,500
その他	28,000	24,800
合計	174,700	121,300



3 二重管の設計

二重管工法を採用するにあたり設計上考慮した点について下記に示す。

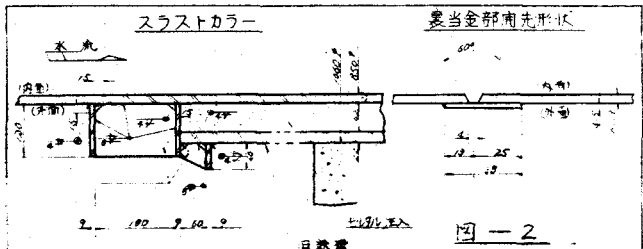
① 内圧に対する抵抗断面

二重管工法は大別して既設管を無視して内挿する新管に全水圧をもたせる内張管的なものと既設管と新管に内圧を分担してもたせる二重複合管的なものがあるがここでは二重管部の長さが全長に比べて短いためこの間の管厚の減少が全長管に対しそれほど問題にならないこと、既設管の座部が長年の使用により相当摩耗されている事から内挿する新管に全水圧をもたせることにした。

② 管軸方向のスラストの処理

二重管部分は管径を内挿するためにはばつており、鉄管路下流部では従来のスラストに比較して可成り大きくなる。又このスラストは新旧管径が異なるために新旧管連結部で急激に偏芯しこれによる曲げが連結部に生じることになる。管軸方向のスラストの処理は固定台上下流部の既設コンクリートの一部ハツリとするか、新しくコンクリートを打ち継ぎして新管から直接スラストカラーを通して固定台に伝えるのが望ましいが、土木工事を減ずるのが本設計の目的でもありここでは下図の横なりブで補強したスラストカラーによりスラストを旧管に伝え旧管から既設固定台に伝えることとした。

なお、挿入管胴板にはカラーの拘束による応力があるがこれについては完全拘束と仮定してリム応力を計算し管厚をアップした。



③ 新旧両管の間隙ならびに新管の管割、新旧両管の間隙ならびに挿入管の板割はあらかじめ断水して既設管を調査して決定した。ここでは既設管の変形、折れ角、管割等から間隙は150%とした。

④ 新旧両管の間隙に注入するグラウト

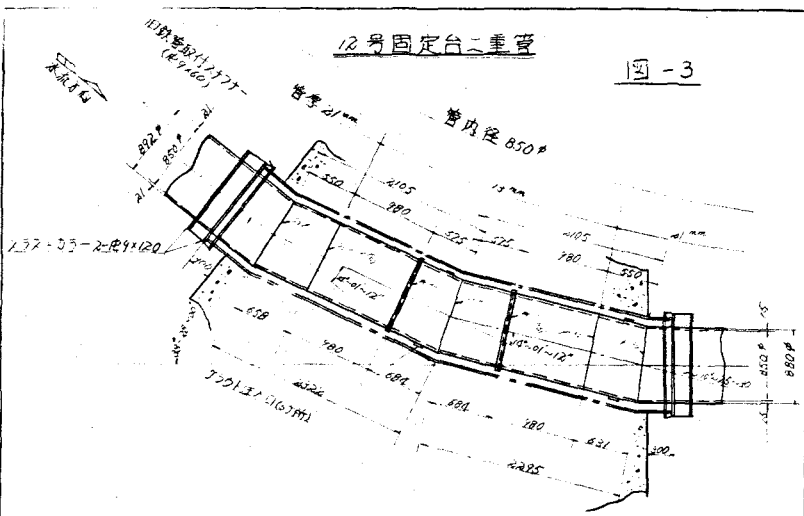
内圧に対して新管だけにもたせる内張管としたためグラウトはさほど意味がなくこの場合は、グラウト圧を1%以下、安全率を1.5とした。又固定台内の管長が短かく外圧に対してのステファニーは必要なかった。

⑤ 挿入管の現場円周継手

挿入管の現場円周継手には裏当金溶接、裏波溶接が考えられるが裏波溶接の場合は相当の開先精度が要求されることからここでは裏当金溶接とした。裏当金は上下流の管に半周つつ点溶接し、挿入を容易にした。(図-2参照)

⑥ 通水開始直後の新旧管の温度差による応力

固定台内の鉄管は両端をスラストカラーにより拘束されており鉄管には引張応力が生じる新旧両管におきる温度差については据付時の気温通水後の水温の季節的变化によりいちがいには出ないが約2.5度(冬期+1.0°~+1.5°)として計算した。



4 現地据付

据付は旧管を固定台から上下流1角前後残し新管を挿入した。挿入に際しては、新旧管の間隙を150%とつたため非常にスムーズに搬入出来た。搬入後の位置の修正は既設鉄管と挿入鉄管の間を、ヒッパラー又はターンバックルでつつて行なつた。上下流での芯出しは既設鉄管の相對芯に台わす様にした。現場継手の裏当金局溶接については規定された開先精度に修正し、後述の試験に合格した溶接工により実施した。

5 各種検査

製作施工中の検査については施工が困難であることを考慮して、次の様に実施した。ここには通常行なり材料検査等ははぶいて二重管についてのみ示す。

① 溶接工技術試験 JISのA-2F, A-2V, A-20の有資格について立向き上向き姿勢について試験しJIS Z 3122に準拠し可否の判定をした。

② 溶接施工法試験 実物大のモデル管により工場に於いて現場と同様の条件の下で溶接し溶接部の機械的強度を調べ現場において使用する溶接条件を決定した。

①管内径(±0.4mm%) ②周長(±5%) ③管の折れ曲り角度(按寸法3%) ④管長(±5%)

① 胎先検査 飯付終了後胎先状態を検査し次の胎先精度内にある様胎先保持をした。

④オ1尸目浸透探傷検査 オ1層目の溶接終了後肉眼検査ならびに浸透探傷検査を実施しオ1層目の欠陥はすべて手直しし完全なものとした。

超音波探傷合格不合格の判定基準

年齡段	5 以下	6 ~ 15	16 ~ 25	26 以上
55 未満	A1	B1	C1	D1
35 ~ 49	B2	C2	D2	E2
50 ~ 65	C3	D3	E3	F3
66 以上	D4	E4	F4	G4

6 30 30

以上二重管工法を固定台部分に採用した工事についてそのあらましを述べたが、これらについて皆様の御意見をいただければ幸いである。