

水力発電所の露出水圧鉄管の運転時振動計測調査について

電源開発(株) 茅ヶ崎研究センター* 正会員 ○栗津 誠・國崎 剛俊
電源開発(株) 御母衣電力所** 峯岸 誠二

1. はじめに

電源開発(株)尾上郷発電所は、庄川水系尾上郷川に大黒谷ダムを設け、大黒谷調整池より総延長約 3.9 km の水路により、最大使用水量 12.1 m³/s、有効落差 198.5mをもって、最大出力 2 万 kW を得るダム水路式の発電所であり、1971 年 (S.46) 11 月より営業運転に入った。本稿は、尾上郷発電所の保守の観点から、運転時における露出水圧鉄管の振動の程度を把握する目的で実施した振動計測調査結果について報告するものである。

2. 計測箇所

尾上郷発電所の露出水圧鉄管は、リングガーダ支持形式、亘長約 390m、条数が 1 条であり、内径 2.2 ～ 1.4 m、管厚 8 ～ 22 mm である。露出水圧鉄管の振動計測箇所は、図-1 に示すとおりであり、A 断面、B 断面、C 断面の 3 箇所である。各断面とも、リングガーダ支承部間の中間点付近、また、溶接継手部を避けて設定した。各断面における露出水圧鉄管の内径、管厚、材質は、図-1 内に示すとおりである。

3. 計測項目

計測項目は各断面とも共通であり、半径方向加速度、円周方向及び管軸方向動的ひずみ、半径方向動的変位である。また、各計測センサの設置位置は 図-2 に示すとおりである。なお、40% 出力運転及びフル出力運転 (2 万 kW) の 2 ケースにおいて振動計測を行い、出力が安定した後の 32 秒間のデータを用いて各種時刻歴波形、周波数特性等を調査した。

4. 計測結果

(1) 半径方向加速度 (図-3 参照)

振幅値は、各断面とも計測位置 (0° ～ 180°) による顕著な差異は認められず、また、卓越周波数も計測位置による顕著な差異は認められず、フーリエスペクトルは類似した形状を示した。40% 出力運転における最大振幅値は、A 断面では 122～149gal、B 断面では 172～213gal、C 断面では 66～84gal であり、フル出力運転における最大振幅値は、A 断面では 165～196gal、B 断面では 171～211gal、C 断面では 80～97gal であった。

(2) 円周方向及び管軸方向動的ひずみ

40% 出力運転における円周方向最大振幅値は、A 断面では 4.3～4.8μ、B 断面では 6.9～7.0μ、C 断面では 2.6～3.3μ であり、また管軸方向最大振幅値は、A 断面では 2.3μ、B 断面では 1.5μ、C 断面で

キーワード：水圧鉄管，振動，計測，保守

* 〒253-0041 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88 TEL 0467-87-1211 (FAX 0467-87-7319)

** 〒501-5505 岐阜県大野郡白川村牧字横平 162-1 TEL 05769-5-2311 (FAX 05769-5-2150)

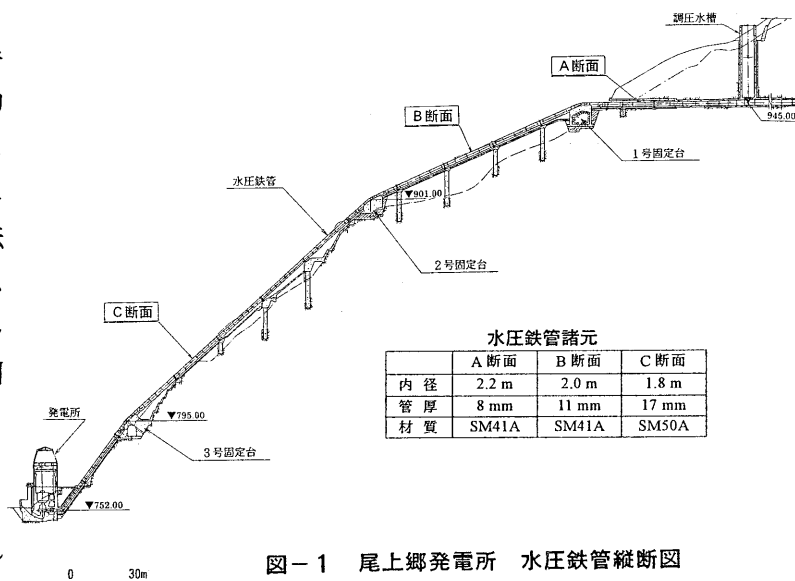


図-1 尾上郷発電所 水圧鉄管縦断面図

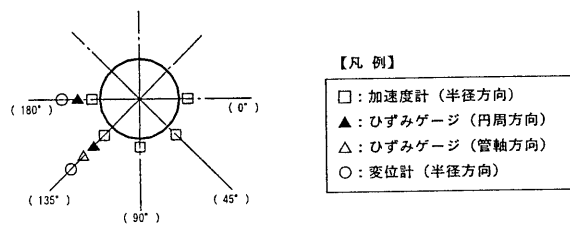


図-2 センサ配置図 (上流から下流；各断面共通)

は 1.2μ であった。フル出力運転における円周方向最大振幅値は、A断面では $3.9\sim 4.5\mu$ 、B断面では $4.1\sim 4.2\mu$ 、C断面では 2.7μ であり、また管軸方向最大振幅値は、A断面では 2.3μ 、B断面では 2.4μ 、C断面では 1.7μ であった。運転中に計測した動的ひずみは各断面とも運転パターンによらず小さく、管軸方向の動的ひずみは円周方向の動的ひずみよりも小さな値を示した。

(3) 半径方向動的変位

40%出力運転における最大振幅値は、A断面では $0.12\sim 0.15\text{mm}$ 、B断面では 0.11mm 、C断面では $0.02\sim 0.04\text{mm}$ であり、フル出力運転における最大振幅値は、A断面では $0.10\sim 0.11\text{mm}$ 、B断面では $0.10\sim 0.11\text{mm}$ 、C断面では $0.03\sim 0.04\text{mm}$ であり、いずれも小さな値であった。

フル出力運転におけるA断面 (135°) の半径方向加速度、円周方向及び管軸方向動的ひずみ、半径方向動的変位の時刻歴波形及びフーリエスペクトルを図-4に示す。

(4) 振動に対する安全性の検討

水圧鉄管技術基準¹⁾によれば、振動軽減対策を行うかどうかの目安値の1つとして、動的変位の片振幅が $D_0/2,000$ (D_0 : 管直径) を超えたときという条件が示されている。そのため、振動計測を行った各断面の $D_0/2,000$ と運転中に計測した水圧鉄管の半径方向動的変位の最大値 (δ) との大小関係を比較(表-1参照)することで露出水圧鉄管の振動に対する安全性を検討した。表-1より、各断面とも運転の出力にかかわらず δ の値が $D_0/2,000$ よりも十分小さく、運転中の振動に対して安全であると考えられる。

5. おわりに

尾上郷発電所の保守の観点から、運転中における露出水圧鉄管の振動計測を3断面において行った。計測した動的ひずみ、動的変位はいずれも小さいこと、また動的変位データを用いた振動に対する安全性の検討結果から、運転中における露出水圧鉄管の振動には問題がなく十分安全であると判断した。

【参考文献】

1) 水門鉄管技術基準 水圧鉄管・鉄鋼構造物編 第4回改訂版 pp.186~189, 1997, (社) 水門鉄管協会

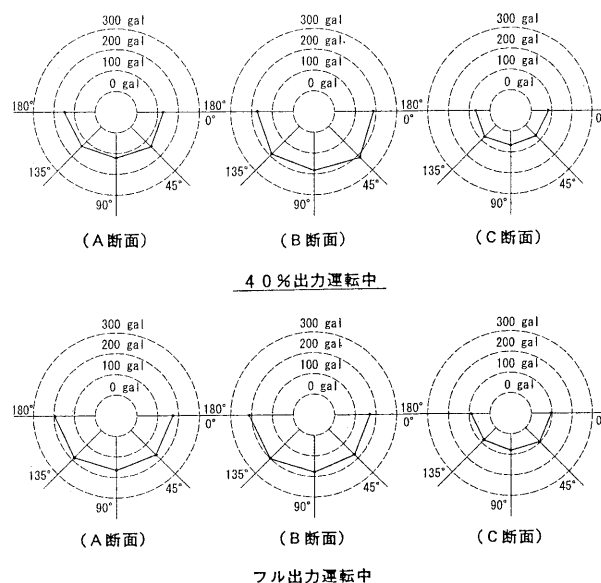


図-3 加速度分布図(最大値)

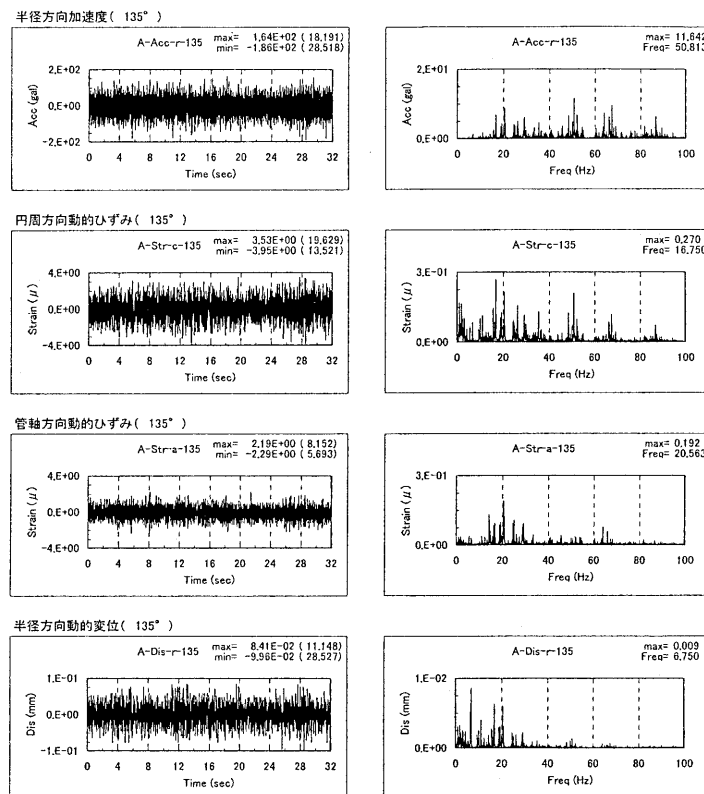


図-4 時刻歴波形及びフーリエスペクトル
(A断面 (135°)): フル出力運転中)

表-1 $D_0/2,000$ と δ の大小関係 [mm]

	A断面	B断面	C断面
管直径 (D_0)	2200	2000	1800
$D_0/2,000$	1.1	1.0	0.9
δ (40%運転)	0.15	0.11	0.04
δ (フル運転)	0.11	0.11	0.04