

I - B221 水圧鉄管振動対策工の効果確認結果

北海道電力	正会員	小野寺 収
室蘭工業大学	正会員	岸 徳光
計測技販	正会員	佐藤 良一
北海道電力		遠藤 義彦

1. はじめに

筆者らは、レーザー式変位計を水力発電所の水圧鉄管の振動測定に適用し、鉄管の振動原因を特定するとともに、3次元有限要素法を用いたシミュレーションにより、対策工の振動低減効果について検討を行ってきた¹⁾。本研究では、振動対策工施工後において現地振動測定を実施して振動の低減効果を確認するとともに、動的応答解析を行って測定結果と比較し、解析精度の検証を行ったので結果を報告する。

2. 振動測定

研究対象とした水圧鉄管は、延長 198.281m、内径 2.3～1.5m、管壁厚 9～14mm のリングサポート型露出管である。一部振動の発生区間において振動測定を実施した結果、水車回転数による水圧変動と固有振動数が近似共振状態となっていることが確認されたため、対策工として振動スパン中央に小支台および防振スチフナーを設置した。

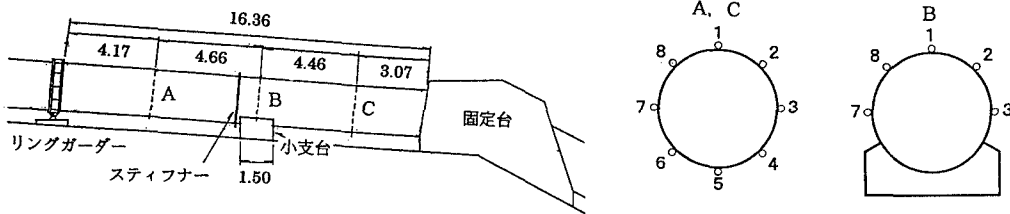


図-1 振動測定位置

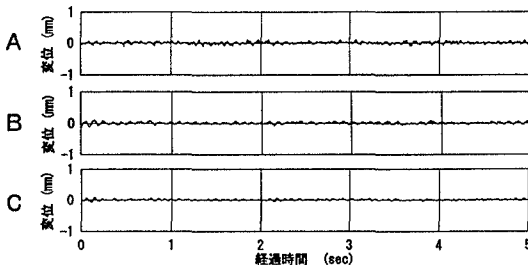


図-2 対策後の変位波形

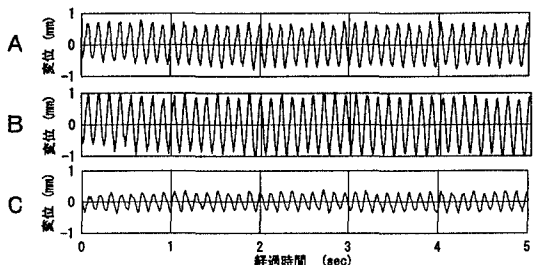


図-3 対策前の変位波形

対策後の振動測定は、図-1に示す各点でレーザー式変位計を用いて実施し、発電所運転時の半径方向振動変位を測定した。3測定断面の各天端測点における代表的な変位波形を図-2に、またこれらに対応する対策前の各点の変位波形を図-3に示す。対策前最大の変位振幅(2.0mm)を示したB断面の振幅は0.21mmとなり、対策前の約10%に低減している。また対策後最大の変位はA断面に生じ、振幅は0.29mmを示したが、対策前1.5mmの約19%に低減している。

キーワード；水圧鉄管、振動測定、動的応答解析、小支台、スティフナー

〒067 北海道江別市対雁2-1

TEL 011-385-6720 FAX 011-385-7553

〒050 北海道室蘭市水元町27-1

TEL 0143-47-3168 FAX 0143-47-3169

〒063 札幌市東区北20条東15丁目3-1

TEL 011-731-2489 FAX 011-731-2469

各測点の変位幅の分布を対策前後で比較した結果を図-4に示す。各測点とも変位幅は大きく低減し、対策工の効果が認められた。

3測定断面の対策前後の変位波形の代表的なフーリエスペクトルを図-5に示す。

対策前は、各点とも明らかに8.3Hzが卓越していたが、対策後はB断面を除いて、全般に卓越振動数が大きくなって水車の回転数8.33Hzから離れ、共振しづらい構造となったことが確認された。

3. 動的応答解析

シェル要素を用いた3次元有限要素法（LS-DYNA3D）により、対策前後の各点の変位に関する周波数応答関数を求め、変位の低減効果を解析的に確認した。

解析モデルは、構造物の対称性を考慮して半断面のみを対象とし、対策工設置ヶ所の境界条件については、実際の構造を反映するためスライドアンドボイドとした。対策前の振動調査で確認された断面方向振動モード次数 $n=3$ に対応する振動荷重を、振動周波数7.5~13Hzまで変化させて内圧として作用させた。

解析結果は、図-6に示すとおりである。図は、対策前のB断面で生じた最大変位を1として無次元化した値（応答変位倍率）で表している。水車回転数8.33Hzに近い8.25Hzを入力波の周波数とした場合の対策後の応答変位は、各断面とも対策前より大幅に低減している。解析値は実測値とはほぼ一致しており、今回の解析手法と解析モデルが対策工の効果予測に実用上十分な精度を持つことが確認できた。

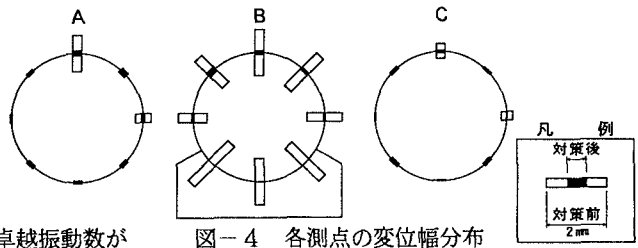


図-4 各測点の変位幅分布

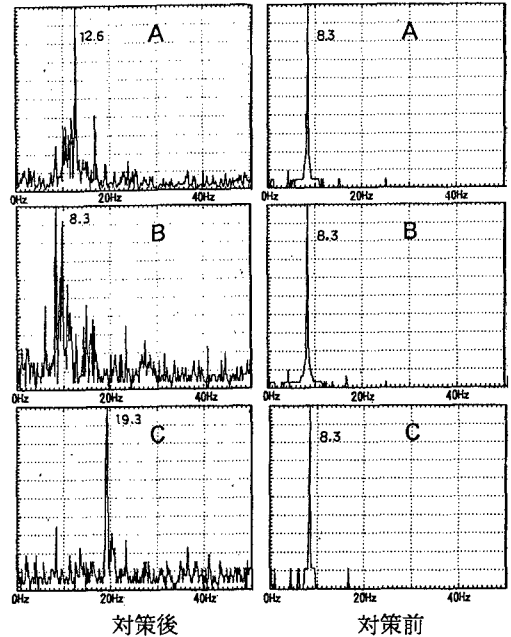


図-5 変位波形のフーリエスペクトル

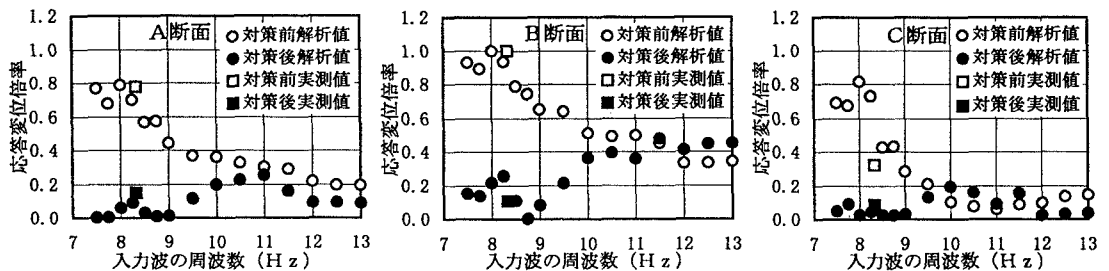


図-6 対策前後の変位比較

4. まとめ

- ・振動測定の結果、対策後の振動変位は大きく低減し、卓越振動数も全般に大きくなっており、対策工の設置による振動低減効果が確認できた。
- ・動的応答解析の結果、対策前後の応答変位は測定結果とはほぼ一致し、解析手法の妥当性が確認できた。

参考文献

- 1) 小野寺収・遠藤義彦・岸徳光：レーザー式変位計を利用した水圧鉄管の振動測定と対策工の検討，土木学会北海道支部論文報告集，第53号（A），pp.434-439，1997-2