

ケーブル制震工法の開発 (その 2)

A new seismic countermeasure for sluice gate structure with using cables

○重中亜由美* 吉久 寧* 原 隆史** 竜田尚希**
 Shigenaka Ayumi Yoshihisa Yasushi Hara Takashi Tatta Naoki

1. はじめに

独立行政法人水資源機構では、利根導水路や木曾川用水等の水路施設の管理を行っている。開水路の途中に水位を調節する目的で設置されている調節堰や水門施設は、上部にゲート巻上機がありトップヘビーな構造物で、地震時には上部が大きく揺れるモードとなり、水門基部(水中部)が損傷しやすい傾向がある。従来対策では、①対象施設の所定の損傷を超える部位を直接補強、②対象施設の周囲に新たな構造物を設置して揺れを制御、などの手法が用いられてきた。

現実的な耐震対策工法としては、①の RC 増厚などの耐震対策が考えられるが、通水断面の減少、施工時の通水停止や用水切替、施工時期の制約等の課題があった。これらのことから、従来の耐震技術にはない原理や手法として、ケーブル制震工法(図-1)を研究開発している。本報文は平成30年度より、水資源機構が管理する調節堰をモデルとし、国立大学法人富山大学と協働で当該工法の効果検証試験を実施したので結果を報告する。

2. 効果検証試験

効果検証試験は、既設構造物に悪影響を及ぼさないケーブルへの初期緊張力導入が可能なことの確認、および地震対策としての有効性確認の2点を目的に実施した。

(1) 初期緊張力導入時の既設構造物の安全性確認

初期緊張力の導入にあたり、事前解析で各ケーブルへの偏心载荷が既設構造物に及ぼす影響をパラメトリックに確認し、管理基準値(偏心10%以内で緊張)を設定した。既設構造物の安全性は、施工上の管理基準とともに、既設構造物にひずみ計を多数設置し、緊張力導入から試験終了(緊張開放)までの既設構造物に発生するひずみから確認した。

図-2 にケーブルの緊張力と午前4時の気温を示す。緊張導入後約1ヶ月間は定着部ヒンジのなじみと考えられるゆるみが発生しているが、その後は気温の変化に伴う荷重の変動がみられるものの、初期緊張力を確保し推移している。また、図-3 に既設構造物に設置したひずみ

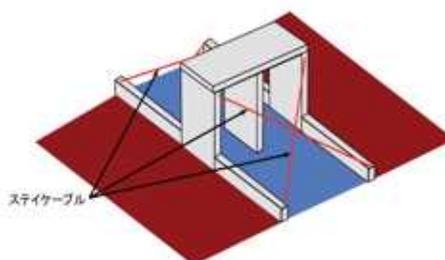


図-1 ケーブル制震工法の概念図
 Image of the proposed countermeasure.



写真-1 ケーブル緊張後の状態
 View of the proposed countermeasure installed on a real sluice structure.

*独立行政法人水資源機構総合技術センター Water Resources Engineering Department

**富山大学学術研究部都市デザイン学系 Dept. of Civil Design and Engineering, University of Toyama

キーワード 工法・施工、耐震

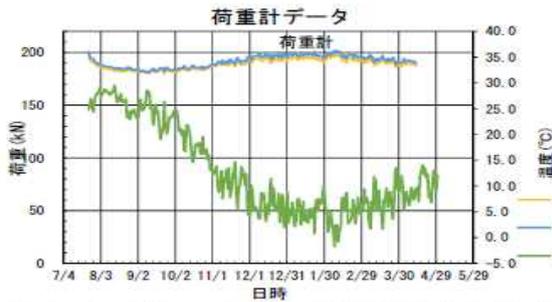


図-2 ケーブル緊張力と外気温の推移

Transition of tensile force acting in cables and outside air temperature.

計の値を示す。ひずみは特段の変化なく推移しており、ケーブル制震工法の初期緊張力導入から緊張力保持期間において、既設構造物への悪影響はないことを確認した。

(2) 解析による対策工の有効性確認

起振器を用いた既設構造物の対策前後の固有周期の計測から、これを再現する三次元非線形動的解析モデルを作成し、大きな地震動を入力することで、対策前後の既設構造物の動的応答の比較から対策工の有効性を検証した。なお、図-4 は対策後の解析モデルを示している。この結果として、図-5 にはせん断照査が厳しい箇所のせん断力の応答比較、図-6 には曲率照査が厳しい箇所の曲率の応答比較を示す。これらの結果によると、いずれの場合も対策により応答は低減しており、ケーブル制震工法の有効性を確認することができた。



図-3 既設構造物のひずみの推移

Transition of strain occurring on surface of the existing structure.

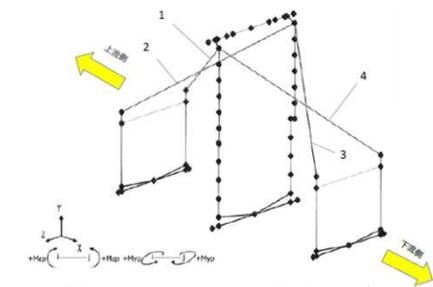


図-4 対策後の解析モデル

Analysis model of the existing structure installed the proposed countermeasure.

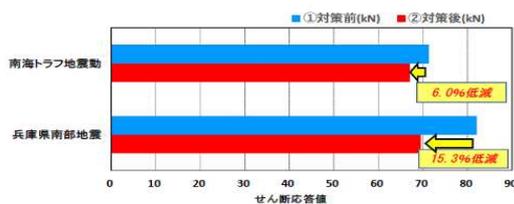


図-5 対策前後の応答せん断力

Shear force occurring in the existing structure before and after installing the countermeasure.

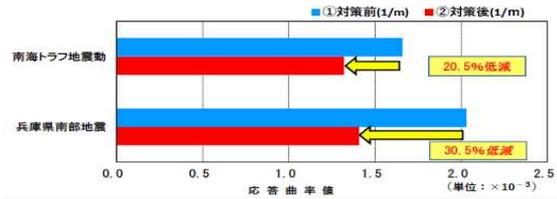


図-6 対策前後の応答曲率

Curvature occurring in the existing structure before and after installing the countermeasure.

4. 今後の展開

効果検証試験を経て、4本同時に行う必要があるケーブルの緊張方法や、恒久的な設備とするためのケーブルと水門施設とを連結する定着部材の改良、維持管理上解決すべき課題などを検討し、実構造物への適用を目指している。なお、ケーブル制震工法は「塔状構造物の制震構造」という発明の名称で国立大学法人富山大学と独立行政法人水資源機構の共同出願で令和2年5月7日、特許登録されている。

【引用文献】

ケーブル制震工法の開発：大浜巧、吉久寧 令和2年度(第69回)農業農村工学会大会講演会