

屋外環境下におけるフラップゲートの劣化特性把握について

Degradation characteristics of flap gate under outdoor environment

中部電力(株)	寺井 啓祐	Keisuke TERAJ
中部電力(株)	川井 貴弘	Takahiro KAWAI
中部電力(株)	安田 光博	Mitsuhiro YASUDA
中部電力(株)	木村 浩樹	Hiroki KIMURA
日立造船(株)	木村 雄一郎	Yuichiro KIMURA

In order to improve the operational reliability of automatic closure system(hereinafter referred to as "flap gates") used at air conditioning openings of buildings as a measure to protect Hamaoka NPP against tsunami, outdoor exposure test of actual equipment and components, And grasped the deterioration tendency. By making use of the exposure test results in maintenance, we were able to set up a reasonable and appropriate maintenance cycle and to enhance the safety of the Hamaoka NPP.

Keywords: Hamaoka NPP, tsunami protection, prevention measures of flooding, deterioration, flap gates

1. はじめに

浜岡原子力発電所では、防波壁を越流する津波が襲来した場合でも、安全上重要な設備が設置される建屋内への浸水を防止できるよう対策を進めている。ここでは、この対策の一環として研究を実施した自動閉止装置（以下、「フラップゲート」という。）の建屋開口部への適用について紹介する。

2. 浜岡原子力発電所の津波対策

浜岡原子力発電所の基準津波については、敷地への影響が最も大きい「南海トラフのプレート間地震による津波」を選定し、この基準津波による敷地前面での最大上昇水位を T.P.+21.1m（防波壁前面の位置）と評価している。

浜岡原子力発電所の津波対策は、基準津波に対しては防波壁の設置等により津波が発電所敷地内に直接浸入することを防ぎ、さらに、基準津波を超える津波が防波壁を越流し敷地内に浸水した場合においても、建屋内浸水防止対策を施すことにより、重要設備を津波の影響から防護するものとしている。

建屋内浸水防止対策は、建屋内への浸水経路となる扉、配管等貫通部や空調開口部を対象とし、扉に対しては水密扉等の設置、また、配管等貫通部に対しては止水処理を実施している。

浜岡原子力発電所では、建屋高所の空調開口部に対する浸水防止対策として、津波が襲来した際に適切に閉止して建屋内への浸水を防止するフラップゲート*を設置している。フラップゲートは、駆動力や人為操作が不要で水に対する浮力により作動するものである。

※一般的には、河川や港湾の水門等で使われている。最近では、津波や高潮時に浮力により起立するフラップゲート式の防潮堤が開発されている。

3. フラップゲートの作動原理

適用するフラップゲートの基本原理は、水流の強さによらず水に対する浮力を利用し、開口部に設ける浮体構造の扉を水位の上昇・下降に追従させて開閉させるものである。フラップゲートは、原理的に開口部からの浸水を全く無くすることはできないが、津波による海水の浸入を大幅に制限することができる。浸入した一部の水については、建屋空調開口部付近のダクトに排水用のドレン受けを設ける等の対応により、津波の浸水に対して建屋内の安全上重要な設備の機能確保に十分に寄与できるものと考えている。

連絡先：寺井 啓祐
〒461-8680 愛知県名古屋市中区東新町1 番地、
中部電力株式会社、
E-mail: Keisuke.Terai@chuden.co.jp

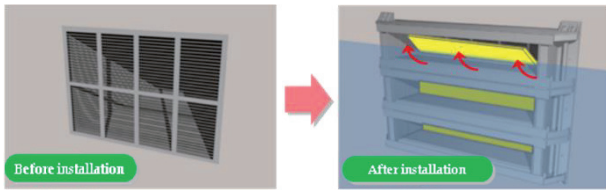


Fig.1 Automatic closure system

4. フラップゲートの劣化特性把握

フラップゲートは建屋外壁に設置されることから、屋外環境下においても確実に作動する必要がある。このため、実機大のモックアップ試験体および構成部材の曝露および曝露後の測定を行うことで劣化傾向を把握し、保全の最適化を図ることで作動信頼性の向上を図った。

4.1 モックアップ試験

モックアップ試験体の構造を Fig.2 に示す。

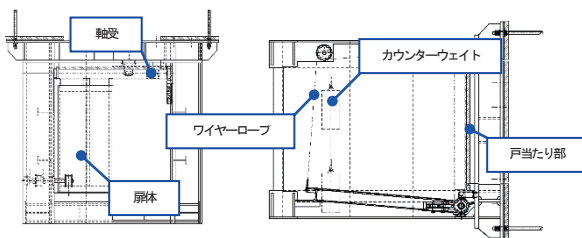


Fig.2 Structure of flap gate

モックアップ試験体については、浜岡原子力発電所にて2年間の曝露試験を行い、1年間隔で水密試験および作動試験を実施した。試験結果を Fig.3, 4 に示す。なお、実機については建屋外壁に設置されていることから、モックアップ試験体を屋外へ設置した状態での曝露試験を実施した。

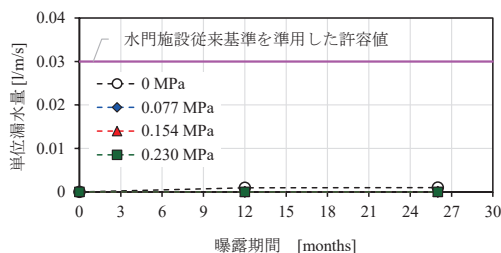


Fig.3 Evaluation of water leakage

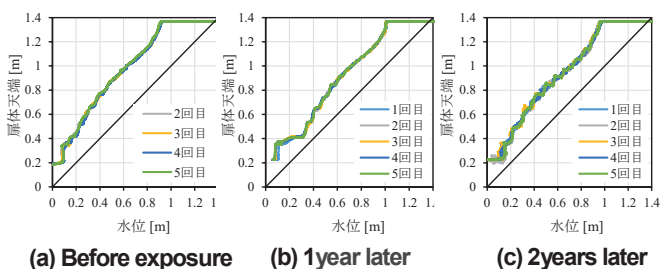


Fig.4 Result of the operation test

Fig.3 に示す通り、水密試験で得られた単位漏水量は、曝露2年後で 0.001[l/m/s]であった。これは水門施設の設計で準用している許容値(ダム・堰施設技術基準)を大きく下回っており、フラップゲートの水密性が確保されることを確認した。

また、Fig.4 には作動試験における水位変化と扉体天端高さとの関係を示す。水密試験と同様、曝露2年後の扉体の挙動は曝露試験前と同等であった。劣化により水位の増加に対する扉体の追従が緩慢となることはなく、フラップゲートの作動上問題がないことを確認した。

4.2 構成部材要素試験

Fig.2 に示す通り、フラップゲートは様々な部材で構成されている。このうち、今後の保全周期を定めるにあたり、交換部品であるクロロプレンゴム、ナイロン、ポリエチレンの構成部材について、それぞれ機能別に硬度測定、摩擦係数測定、腐食特性等を評価した。

代表してクロロプレンゴムの曝露試験後の硬度試験結果を Fig.5 に示す。クロロプレンゴムはフラップゲートの止水部である戸当たり部および扉体に使用されている。

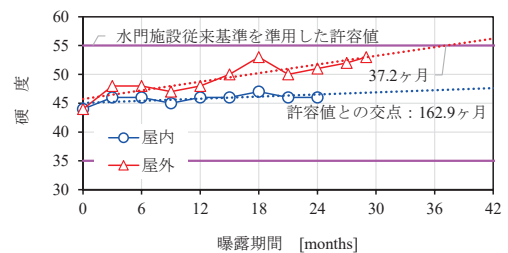


Fig.5 Hardness measurement results (Chloroprene)

Fig.5 より曝露期間の増加に伴い硬度が上昇しており、破線のとおりに線形近似を行ったところ、37.2 ヶ月後には許容値を超える結果が得られた。今回様々な材料に対して要素試験を行ったが、許容値へ達した期間についてはクロロプレンゴムが最短であったため、フラップゲートの標準点検期間としては3年(36 ヶ月)として設定した。

5. まとめ

実機大のモックアップ試験体および構成部材について、屋外曝露試験を行うことで、フラップゲートの劣化傾向を把握し、適切な保全周期の設定に努めた。また、これにより本装置の作動信頼性を向上させることができた。

本試験で得られた知見は初期設定であるため、今後の保全結果を踏まえて定期的に見直していくことにより、浜岡原子力発電所の安全性を高めていく。