

浜岡原子力発電所における建屋内浸水防止対策

浜岡原子力発電所の建屋開口部へのフラップゲートの適用について

Measures to prevent flooding of buildings at Hamaoka Nuclear Power Station

Use of flap gates at building openings of Hamaoka Nuclear Power Station

(原子力部 設備設計G)

(Design & Engineering Group, Nuclear Power Department)

浜岡原子力発電所の津波対策として建屋空調開口部に採用する自動閉止装置(以下、「フラップゲート」という。)について、その作動信頼性を検証するため、実機大の試験体を用いた作動試験を実施した。その結果、繰り返しの水位上昇に対して確実に作動することが確認できた。また、漂流物や土砂を含んだ波を作用させた場合においても、フラップゲートの作動に影響がないことが確認できた。

In order to verify the operational reliability of automatic closing gates (hereinafter referred to as "flap gates") used at air conditioning openings of buildings as a measure to protect Hamaoka Nuclear Power Station against tsunami, operational tests on actual size equipment has been conducted. Tests showed reliable operation in response to repeated rises in the water level. Tests also showed normal operation of flap gates in the case of waves containing debris and sediment.

1 研究の背景

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フラップゲート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。

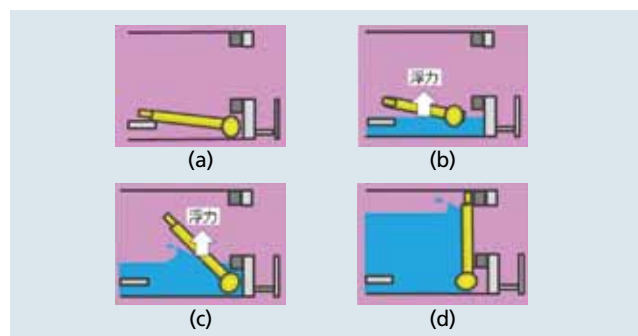
建屋内浸水防止対策は、建屋内への浸水経路となる扉、配管等貫通部や空調開口部を対象とし、扉に対しては水密扉等の設置、また、配管等貫通部に対しては止水処理を実施している。

ここでは、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*に着目し、その適用性について検討した。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。

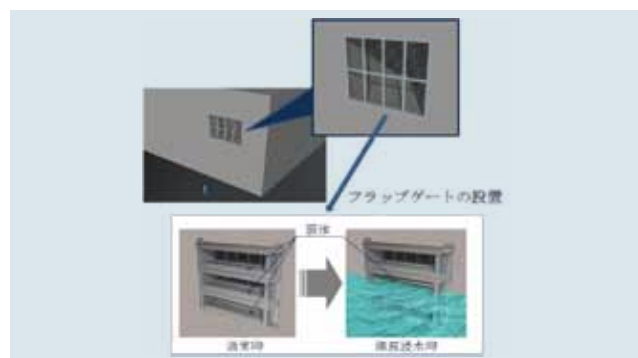
3 フラップゲートの作動原理

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(第1図)。



第1図 フラップゲートの動作イメージ

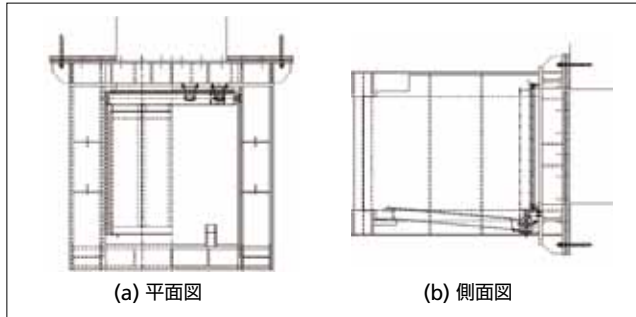
フラップゲートは、原理的に開口部からの浸水を全く無くすることはできないが、津波による海水の浸入を大幅に制限することができる。浸入した一部の水については、建屋空調開口部付近のダクトに排水用のドレン受けを設ける等の対応により、津波の浸水に対して建屋内の安全上重要な設備の機能確保に十分に寄与できるものと考えている(第2図)。



第2図 フラップゲートの適用イメージ

4 津波対策へのフラップゲートの適用性検討

津波対策としてフラップゲートを適用するに当たり、設備の信頼性を確認するため、実機大の試験体（第3図）を用いた検証試験を行った。

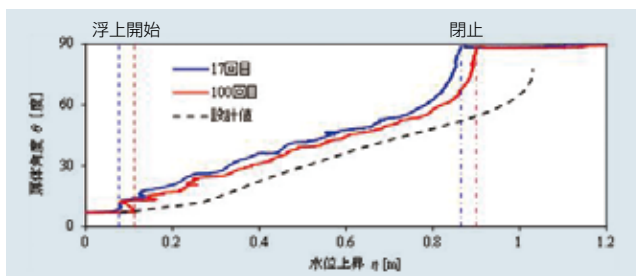


第3図 試験体概略図

(1) 水位上昇に対する作動確実性の検証

フラップゲートの繰り返し作動に対する信頼性を確認することを目的とし、水位上昇による作動試験を複数回（100回以上）実施した。

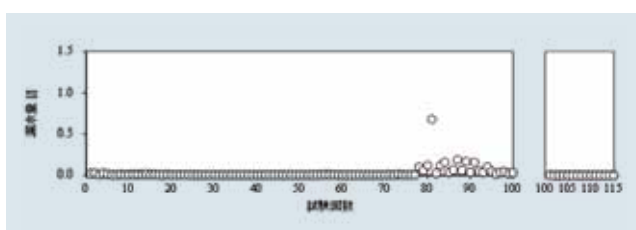
その結果、第4図に示す通り、水位上昇にตอบสนองして扉体が確実に作動することが確認できた。また、100回以上実施した試験において、浮上の失敗は一度も生じなかったことから、繰り返し作動の確実性についても確認できた。



第4図 扉体角度の水位変化に対する応答

さらに、第5図に示す通り、本試験で確認された漏水量は、最も多いケースでも670cc程度であり、フラップゲートの高い止水性能について確認することができた。

なお、漏水量が多くなったケース（試験回数が78回から100回の間）は、可動部との摺動面の塗装の剥がれが原因であったことから、実機への適用に当たっては、摺動部については塗装を行わず、止水性能を向上させることとした。（試験回数101回から115回は塗装除去後の試験結果である。）



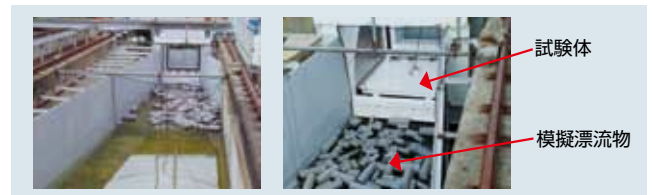
第5図 繰り返し作動試験における漏水量

(2) 漂流物影響の検証

フラップゲートの作動に対する漂流物影響の有無を確認するため、大型造波水路上に模擬漂流物（第1表）や実物漂流物（木葉等）を配置し、試験体に波を作用（衝突）させるといった厳しい条件下で作動試験を実施した（第6図）。

第1表 模擬漂流物の例

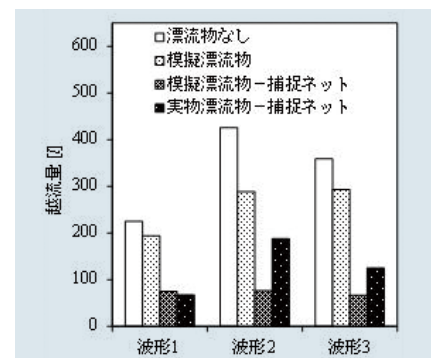
模擬漂流物			
形状			
寸法	φ60×150	50×25×t3	300×10×10
想定	空缶	木葉	木枝



第6図 大型造波水路上に配置された試験体

第7図に示す通り、越流量*は漂流物の有無により大きな差はなく、漂流物によりフラップゲートの作動に支障を生じることはないことが確認できた。なお、実機においては、漂流物等の異物進入を防止するため、フラップゲート前面にネットを設置することとしている。

*波が扉体を越えて流入することによる水量



第7図 波作用時に生じる越流量

また、津波時の土砂の影響についても確認するため、砂を巻き込んだ波を作用させた試験についても実施した。

その結果、試験終了後の試験体には砂の堆積が確認されたが、フラップゲートの作動に支障を生じることはないことが確認できた。

5 おわりに

本試験により、フラップゲートの作動信頼性を確認することができたことから、建屋空調開口部への浸水防止対策として、フラップゲートを採用することとした。

今後は、設備の経年劣化を考慮した保全方法の検討を実施していく予定である。



執筆者／可児直也