

無動力・操作不要の「フラップゲート式水害対策設備」の開発について

日立造船株式会社水門設計部長
仲保京一

(1) 技術開発の背景

我が国は、過去に繰り返し甚大な津波・高潮被害を受けている。2011年3月に発生した東日本大震災では未曾有の津波被害を受け、2024年1月にも能登半島地震による津波被害を受けたばかりである。さらに近い将来、東海・南海・東南海地震等による津波被害が危惧されており、地球温暖化による海面上昇や今後強大化が懸念される高潮に対しても備えが必要な状況となっている。フラップゲート式水害対策設備(以下、本技術という。)は、これら津波・高潮対策技術として、日本国内において2003年に開発が開始された。本技術は津波・高潮に伴う潮位上昇や浸水に伴う浮力等を利用して、開口部を無動力かつ人為的な操作無しに自動閉塞する。本発表では、本技術の概要および特徴等を解説するとともに、実用化状況ならびに最新情報を報告する。

(2) 技術概要

本技術は設備が設置される場所により、海底設置型と陸上設置型および建屋設置型の3タイプに大別される。まず初めに開発着手されたのは海底設置型で、2003年に開発が開始され、次いで2009年に陸上設置型の開発が開始された。そして東日本大震災による被災の後、2011年に建屋設置型の開発が開始された。なお、実用化は建屋設置型が2013年に初採用となり、次いで陸上設置型が2014年、海底設置型が2017年に初採用となった。

本発表ではこれら3タイプのうち、海底設置型を主に技術概要およびその特徴を解説する。海底設置型は、扉体、函体およびテンションロッド等から構成される。開口部に一列に並べて配置される扉体は、底部回転軸を中心に旋回起立することで連続した防波堤を形成する。扉体は常時海底に倒伏した状態であるが、浮上に必要な浮力は平常時に扉体空気室内へ給気しておくことで確保し、常時は扉体が浮上しないよう、函体に設けたフックにより扉体先端を係留する。係留フックを解放操作することで、扉体自体の浮力により先端が水面に出る高さまで浮上し、津波・高潮に伴う水位差を利用して、所定の高さ(角度)まで無動力で起立する。なお、係留フックの解放操作は、施設管理者による手動操作の他、全国瞬時警報システムや、港内側潮位の異常上昇をトリガーとする自動操作に対応する。また、本技術では可動構造部が常時海底に配置され、目視点検等の実施が容易ではないことから、異常検出時の早期原因究明や設備の経年劣化状態の把握を目的とした「状態監視装置」を標準装備する。この状態監視装置では、平常時の係留状態や点検操作における駆動装置および可動構造部の挙動を自動的に記録する。ここで得られたデータは、設備の劣化状態の見える化や合理的な維持管理計画の立案に活用することが期待される。

本技術を港湾や漁港の港口の他、湾口や河口等に設置すれば、海岸線や河川に沿って張り巡らす胸壁の延長を短縮でき、より合理的な防潮ラインの形成が可能となる。

(3) 実用化状況等

海底設置型は日本国内の2か所に設置が完了している。なお、陸上設置型は国内に約200基以上が設置され、建屋設置型も国内の原子力発電所で採用されている。

今後は本技術のさらなる改良を重ねていくとともに、海底設置型の実機から得られる状態監視データを様々な視点から分析することで、設備の劣化状態の見える化し、合理的な維持管理の実現にも貢献していきたい。

Development of "Flap gate type water damage prevention equipment" that does not require power or human operation.

Hitachi Zosen Co., Ltd. Sluice Design Manager
Kyoichi Nakayasu

Abstract

(1) Background of technology development

Japan has repeatedly suffered severe damage from tsunamis and storm surges in the past. The Great East Japan Earthquake in March 2011 caused unprecedented tsunami damage, and in January 2024, the Noto Peninsula Earthquake caused tsunami damage. Furthermore, there are concerns about tsunami damage in the near future caused by major earthquakes at zones, Tokai (region south of Tokyo on the Pacific Ocean side of Japan), Nankai (region in the Southsea), and To-Nankai (Tokai and Nankai).

Also, it is now necessary to prepare for sea level rise due to global warming and storm surges that are expected to become stronger in the future. As a measure against these tsunami and storm surge, development of the flap gate type flood prevention equipment (hereinafter referred to as this technology) began in 2003 in Japan. This technology utilizes rising tides and flooding caused by tsunamis or storm surges and, with the buoyancy of floats, automatically closes the opening without power or human operation. In this presentation, I will explain the outline and characteristics of this technology, and report on its practical application status and latest information.

(2) Technology overview

This technology is available in three types, depending on where the equipment is installed: Submarine Installation Type, On-Shore Type, and Building Installation Type.

The first type was a Submarine Installation Type, which development began in 2003. Then development of a On-Shore Type began in 2009. After the damage caused by the Great East Japan Earthquake, the Building Installation Type was constructed in 2011. In 2013, the Building Installation Type was first put to a practical use, followed by the On-Shore Type in 2014 and the Submarine Installation Type in 2017.

Of these three types, this presentation mainly explain the technical overview and characteristics of the Submarine Installation Type.

The type consists of Door Bodies, Box Bodies, Tension Rods, and etc. Arranged in a row in the opening, the Door Bodies form a continuous breakwater by pivoting and standing up around the bottom rotation axis. The door bodies are always lying on the seabed. The buoyancy necessary for surfacing the bodies can be achieved by supplying air into the door air chambers under normal conditions.

The tips of the doors are moored using hooks provided on the boxes so that the doors do not float up at all times. By releasing the hooks, the buoyancy of the doors themselves allows them to float to a height where the tips are on the water surface. The technology uses the water level difference caused by the tide to stand up to a predetermined height (angle) without power, hence preventing tsunamis and high rises.

Other than manual operation by the facility manager, it supports automatic operations to trigger the release operation when the nationwide instant warning system and the abnormal rise in the tide level inside the port. With this technology, the movable structures are always placed on the seabed, making it difficult to visual inspections. This requires to equip as standard "Condition Monitoring Systems" to quickly investigate causes when any abnormality is detected and to monitor the state of equipment deterioration over time. This system monitors and records the normal mooring conditions, functions of drive units, and movable structures at the time of maintenance inspections. Outcomes obtained here are expected to visualize the states of deterioration of equipment or to formulate rational maintenance management plans.

If this technology is applied to the mouths of ports and fishing ports, as well as at the mouths of bays and estuaries, the extension of the battlements along coastlines and rivers can be shortened, making it possible to form more rational sea defense lines.

(3) Practical status

In Japan, two sets of Submarine Installation Types and approximately 200 or more of On-Shore Types have been installed and in operation. Some numbers of Building Installation Types have been used at nuclear power plants.

In the future, we will continue to make further improvements to this technology, monitor data from conditions using actual equipment installed on the seabed, and analyze them from various perspectives. We hope to visualize the states of equipment deteriorations and implement more rational maintenance management.