

津波・危機管理対応水門開閉機

小笠原 隆司¹

¹豊国工業株式会社 鉄構本部 技術部

ラック式開閉機は中・小型水門用水門開閉機として全国の河川や海岸に広く普及し、その自重降下機能により水門を迅速に閉鎖できることから、洪水や高潮への対策として高い信頼を得ている。東日本大震災における津波に対してもその機能は発揮されたが、想定以上の津波により、今までに経験したことのない被災状況となった。ここでは、被災状況を踏まえて、機能向上を図った「津波・危機管理対応開閉機」を紹介する。

キーワード：水門，ラック式，危機管理，水門開閉機

1. はじめに

河川や海岸に設置される水門は、洪水、高潮等による災害防止を図るための重要な設備である。これらの水門の開閉機は、確実・安全に開閉するという機能はもとより、操作の信頼性や設置環境に応じた耐久性が要求される。

当社では、長年このニーズに対応すべく、ラック式開閉機の開発・製作および販売にあたってきた。

この度、東日本大震災を契機として、新たな機能を追加したラック式開閉機を開発し、「津波・危機管理対応水門開閉機」として供給を開始した。

本稿では、ラック式開閉機の特徴及び「津波・危機管理対応水門開閉機」の開発経緯、特徴を紹介する。

一般にラック式はスピンドル式と比較して以下の特徴がある。

- ・効率が良い
- ・扉体自重による扉体の自重降下が可能
- ・ごみに強い

尚、ラック式、スピンドル式共に手動のものもあるが通常周辺に操作盤を設置し、電動機により動作している。

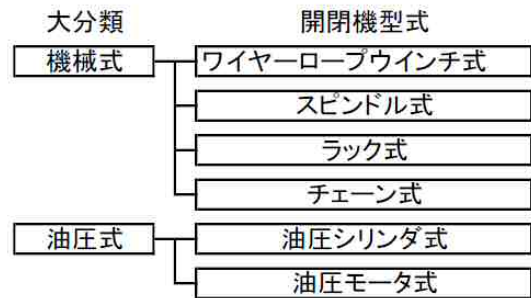


図-1 開閉機の型式

2. 水門用開閉機の現状¹⁾

開閉機の型式は、図-1のように大別され、中・小型水門用としては、ラック式とスピンドル式開閉機が選定される場合が多い。

図-2 にラック式とスピンドル式開閉機の比較図を示す。

ラック式は、ギヤとラックの原理を利用したもので、ピン歯車が回転することにより、ラック棒が上下して水門を開閉する機構である。

これに対し、スピンドル式は、ねじの原理を利用したものでステムナット（めねじ）が回転することにより、スピンドル棒（おねじ）が上下して水門を開閉する機構である。

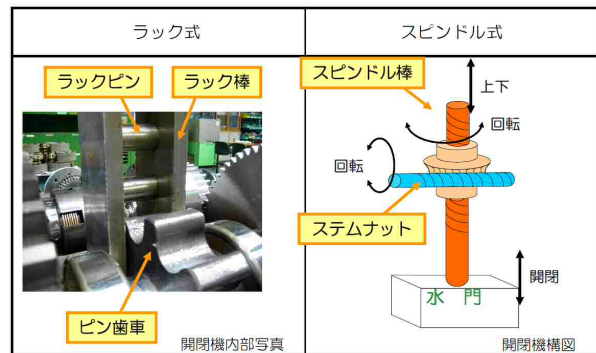


図-2 ラック式とスピンドル式の比較

3. 開発経緯

(1) 水門用開閉機の被災状況

2011年3月に発生した東日本大震災を受け、3ヶ月後の6月に設置済の当社開閉機被災状況の調査を行った。(図-3~6 参照)

「調査場所」

- ・岩手県大船渡市、陸前高田市
- ・宮城県気仙沼市、南三陸町、仙台市若林区、山元町

現地では、津波により、多くの開閉機が損傷を受けており、開閉機を動作させる操作盤及び開閉機に設置されている電気部品は流失または水没によりほぼ全てが使用できない状態であった。

又、土木構造物ごと水門設備全体が流失したものや、大型の流下物により開閉機本体が全損しているものもあったが、ある程度の損傷を受けながらも開閉機本体は、軽微な損傷にとどまり、手動操作によ

り内水排除等の最低限の動作が可能なものもあった。

管理者へのヒアリングでは、震災後の長期停電時に、手動操作も出来ない程損傷した開閉機の水門を開けることができず、内水排除に苦慮したとの意見を頂いた。

尚、内水排除とは、津波到達前に全閉とした水門により、内水が上昇して内水被害が発生することを防ぐため、津波防御が完了した後に、水門を開けて内水を排除する操作を示す。

(2) 開発コンセプト

被災状況の調査より、新たな開閉機を開発を行うこととし、その開発コンセプトを「災害に強い開閉機」とすることとした。

「具体的な開発ポイント」

- ①安全で早く確実に水門が閉鎖できる。
- ②たとえ被災しても最低限の機能（開閉操作）を維持して二次災害の防止が図れる。



図-3 全損した開閉機全景（南三陸町）



図-5 周辺が損傷した開閉機全景（山元町）

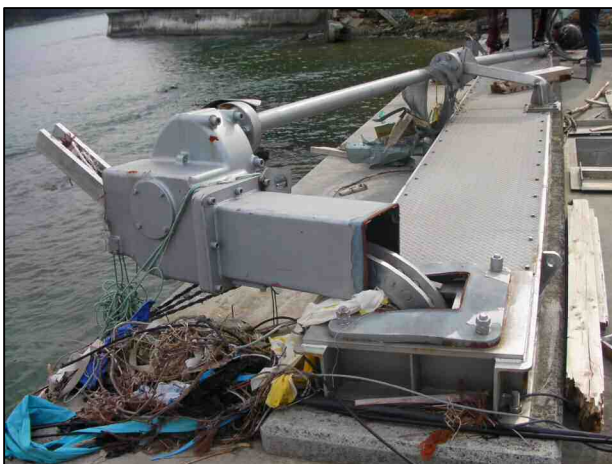


図-4 全損した開閉機（南三陸町）



図-6 周辺が損傷した開閉機（山元町）

4. 津波・危機管理対応水門開閉機

開発コンセプト及び開発ポイントより開発した開閉機（図-7）の特徴は、次のとおりである。

尚、図-7 に示す、開閉機の仕様は以下のとおりである。

- ・開閉能力 : 30kN
 - ・開閉速度（電動）: 0.3m/min
（手動）: 2.1cm/30rev
 - ・電動機容量 : 0.4kW
 - ・手動力 : 100N以下
 - ・自重降下速度 : 3m/min
- *自重降下速度は開閉能力の75%荷重時の場合



図-7 開発した開閉機(30kN型)

(1) 遠方自重降下機能の標準装備

遠方自重降下機能を標準装備として、水門操作員の安全性向上を図った。

遠方自重降下機能は、遠方からの電気信号により開閉機の自重降下を行うもので、現場に行かずとも自重降下操作が可能となる機能である。

具体的には、開閉機内部のブレーキを電気信号により解除して、扉体を自重降下させるものである。

東日本大震災では多くの水門操作員が津波により亡くなったり、行方不明になったことが、報道されているが、この機能により、安全に水門を閉鎖することが可能となる。

(2) 市販の電動工具による危機管理操作機能追加

管理者へのヒアリング内容を反映し、市販の電動工具（インパクトレンチ等）にて、開操作ができる機能を追加した。

津波など大規模災害による長期停電時は、発電機等のバックアップが設けられない場合、手動操作によるしかないため、水門の操作には多大な労力と時間を要する。

この機能により、手動操作と比べ、2倍程度の速度で開操作を行うことが可能となる。

操作は図-8のように、操作軸に対してインパクトレンチのソケットを差し込み、開方向へ回転させて操作する。

尚、必要とするトルクが大きいため、バッテリー式のインパクトレンチではなく、AC100V電源のインパクトレンチが必要となる。複数ある水門の開操作を行う場合は、AC100Vのポータブル発電機を作業車等で持ち運んで操作を行うことで、作業時間の短縮化が図られる。

この危機管理操作機能により、内水被害等の二次災害を防止することができる。



図-8 電動工具による操作状況

(3) 防水性能の向上

従来機種と比較して、パッキン類の強化等により防水性能を向上させた。

津波等で被災しても最低限の機能（開閉操作）を維持するためには、開閉機本体への浸水を極力抑えて腐食による損傷を軽減し、開閉機の早期復旧を図ることが重要である。

電気部品は、部品があれば現地での早期復旧が可能であるが、開閉機本体が損傷した場合は、現地での早期復旧は困難となる。

防水性能の向上により、開閉機の最低限の機能（開閉操作）を維持することができる。

(4) 高速下降システムに対応

高速下降システムに対応する製品とし、より確実な水門の閉鎖を可能とした。

高速下降システムは、操作員が行う緊急時の一連の動作を通信機器等により、遠方または自動で安全に行うシステムで、高速で確実に水門を閉めることができる。

（国土交通省関東地方整備局と共同特許所得）

(5) 従来開閉機からの特徴

開発した開閉機は、従来開閉機から引き継いだ以下特徴も備えている。

a) 簡単操作

インターロック不要で電動・手動の切り換えが不要

b) 確実な制動

電動に2系列、手動に1系列の制動機を設けて、より確実な制動を実現

c) 開度計

読み取りやすい機械式開度計を装備

d) 操作盤一体型

通常別置となる操作盤を開閉機と一体型とした操作盤一体型開閉機への対応が可能

(6) NETIS への登録

開発した開閉機は、NETIS（国土交通省新技術情報活用システム高速下降システム）へも登録を行っている。

登録番号：CG-120018-A

(7) 製品ラインナップ

様々な規模の中・小型水門に対応するため、20kN～300kNの開閉能力を持つ製品をラインナップしている。（表-1 参照）

5. 今後の展望

当社では、ラック式開閉機の他に、チェーン式開閉機及び、ワイヤーロープウインチ式開閉機の販売を行っている。

今後は、ラック式開閉機に適用した津波・危機管理対応技術を他開閉機へも展開させていく予定である。

6. おわりに

本技術により、災害時等の緊急時における電動ラック式開閉機の信頼性を更に高めることができたと考えている。

今後より多くの水門に採用されることにより、国の進める危機管理対策の推進に貢献できれば幸いと考える。

参考文献

1) ダム・堰施設技術協会：ダム・堰施設技術基準（案）

表-1 ラック式開閉機「津波・危機管理対応」要目表

項目	形式	1 本吊							2 本吊								
		NCK 20S	NCK 30S	NCK 40S	NCK 50S	NCK 75S	NCK 100S	NCK 150S	NCK 30D	NCK 40D	NCK 50D	NCK 75D	NCK 100D	NCK 150D	NCK 200D	NCK 250D	NCK 300D
開閉能力 kN		20	30	40	50	75	100	150	30	40	50	75	100	150	200	250	300
開閉速度	電動 m/min	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	手動 cm/30rev	4.0	2.1	1.9	1.6	0.8	0.5	0.4	2.1	2.1	1.8	0.9	0.8	0.6	0.3	0.3	0.3
電動機容量 kW		0.28 (6P)	0.4 (6P)	0.55 (4P)	0.65 (4P)	1.0 (4P)	1.0 (4P)	1.4 (4P)	0.4 (6P)	0.55 (4P)	0.65 (4P)	1.0 (4P)	1.4 (4P)	2.1 (4P)	1.9 (4P)	2.4 (4P)	2.8 (4P)