

# ドルフィンゲート（ライジングセクタゲート）の開発・工事事例

## Development of the Dolphin Gate ( Rising Sector Gate ) and Applications

林 俊 克	物流・鉄構事業本部鉄構事業部水門設計部	課長
西 村 敬 一	物流・鉄構事業本部鉄構事業部水門設計部	課長
由 井 孝 昌	物流・鉄構事業本部鉄構事業部水門設計部	
村 上 信一郎	物流・鉄構事業本部鉄構事業部水門設計部	
松 本 康 一	物流・鉄構事業本部鉄構事業部水門設計部	

近年、堰・水門・ダムにおいて、周辺環境との調和が求められ、景観設計が重視されてきている。従来形式の水門扉では、門柱や操作室が周辺の構造物より上方に付き出しているため、景観を阻害するとの指摘がある。当社は、堰・水門・ダムなどに設置されるゲートに適用でき、門柱を低くできる流量調節可能な回転式ゲート（当社の開発形式名称：ドルフィンゲート）の開発に取組み、実用化を達成した。1号機の完成以降、改良を加え、数種類の形式を開発してきている。本稿では、ドルフィンゲート（一般形式名称：ライジングセクタゲート）の特長、設備構成、開発経緯、工事实績および中小河川への適用も視野に入れた改良機種の研究開発の取組みを紹介する。

The design of weirs, dams, and gates must consider protection of the environment. IHI has concentrated on developing a new type of flow control gate, the IHI Dolphin Gate, for application to weirs and dams, and has reached stage of practical applications with the generally acknowledged Rising Sector Gate. After the first installation of the Dolphin Gate, further improvements were made, and several parts of the gates have been developed. In this paper, the major features, composition, development outline, supply records and the latest development topics are described for the small and middle spans of gates and/or rivers.

## 1. 緒 言

近年、河川景観を損なわない河川施設の実現に対する要望が高まり、特に河川を横断して設置される堰などの設備においては堤防からの突出感を極力押さえることができる水門扉（ゲート）が要求される。当社では1992年からこのニーズにこたえるため、イギリスのテムズバリア（1984年完成）を参考として、堰・水門・ダムゲートに適用でき、門柱（ピヤ）を低くできる流量調節可能な回転式ゲート（ドルフィンゲート）の開発に取組み、実用化を達成した。1999年3月の1号機完成以降、顧客の多様なニーズに対応するため、改良を加え、数種類の形式を開発してきた。また、中小河川への適用も視野に入れた新たな形式も開発している。

本稿では、ドルフィンゲートの開発経緯、工事实績および改良機種の研究開発の取組みを紹介する。

## 2. ドルフィンゲートの特長<sup>(1),(2)</sup>

ドルフィンゲートの主な特長は次のとおりである。また、現在までに開発・改良し、施工したドルフィンゲートの形

式例を第1図に示す。

- (1) 堰・水門など広範囲に利用が可能  
扉体の回転角度に制限がないため、さまざまな目的に適用できる。
- (2) 流量・水位の調節が可能  
オーバフロー（越流）による流量調節、上流水位の設定・維持が容易にできる。
- (3) 排砂が容易  
河床掘込み部にたまった土砂は、オーバフローやアングフロー（下端放流）の掃流力で排砂可能であり、扉体操作による機械力も期待できる。
- (4) シンプルな構造で経済的  
ピヤが低く、ゲートおよび土木構造がシンプルで、従来形式の引上げ式ローラゲートに比べ、経済的となる。
- (5) メンテナンスが容易  
開閉装置の機構（構成機器・部品）がシンプルで、コンパクトなレイアウトとなりメンテナンスが容易である。
- (6) 長径間にも適用可能  
扉体は、剛性の高いシェル構造のため、長径間ゲ

項目	ドルフィンゲート A 型	ドルフィンゲート B 型	ドルフィンゲート C 型	ドルフィンゲート D 型
概要図				
説明	イギリスのテムズバリアの扉体形状を基本とし、かつ越流による流量調節放流が可能となるように先端形状を工夫したもの。	扉高の低い場合、合理的に適応できるように A 型の扉体のほぼ半分の高さとし、剛性確保のため扉体断面形状を扇形にしたもの。	扉体の回転機構は最大 180°。掘込みは必要としない。扉体シェル上部分だけでは扉高が不足する場合は、翼板を張出して設ける。	カーテンウォールを設置することで、扉高を低くしたもの。上部水密機構を設け 4 方水密構造となる。
適用例	堰の調節ゲート、土砂吐ゲート	堰の調節ゲート、土砂吐ゲート	逆流防止などの水門、閘門	逆流防止などの水門、樋門
扉体形状	扉体は三日月形のシェル構造	扉体は扇形のシェル構造	扉体は翼板を有するシェル構造	扉体は三日月形のシェル構造
水理機能	越流 / 下端放流による流量調節可能	越流 / 下端放流による流量調節可能	全開・全閉使用	全開・全閉使用 下端放流による流量調節可能
排砂機能	越流によって掘込み内部を排砂	下端放流によって掘込み内部を排砂	下端放流によって敷面の排砂可能	下端放流によって敷面の排砂可能
全開位置	河床に面一となる位置	河床に面一となる位置	上部水平位置	上部水平位置
土木形状	掘込みあり	掘込みあり	掘込みなし	掘込みなし、カーテンウォール付

第 1 図 ドルフィンゲート形式例  
Fig. 1 Various types of Dolphin Gates

トにも適用できる。

(7) 波圧の変動に強い機構

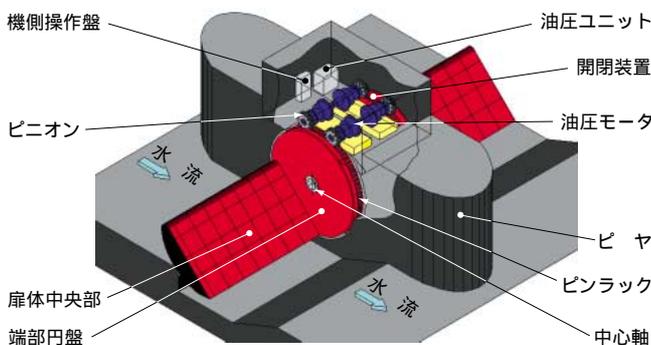
扉体端部の中心軸による両端ピン支承のため、河口部における波圧の変動にもガタつきはない。

3. ドルフィンゲートの構成<sup>(1),(2)</sup>

ドルフィンゲートの基本形状(ドルフィンゲート A 型)を基に機構概要図を第 2 図に示す。

(1) 扉体

扉体は扉体中央部、端部円盤および中心軸から構成される。扉体中央部はシェル構造で、水圧荷重・堆砂圧荷重などを端部円盤に伝達する。端部円盤は、扉体中央部に作用する水圧荷重・堆砂圧荷重などを中心軸に伝達する。中心軸は扉体に作用する荷重を堰柱に伝達する。端部円盤の周囲には、油圧モータ出力軸のピ



第 2 図 ドルフィンゲートの機構概要図  
(油圧モータラック式開閉装置)  
Fig. 2 Typical example of Dolphin Gate layout

ニオンとかみ合うピンラックが設置される。

(2) 戸当り

下部・側部戸当りで構成される。水密ゴムは戸当り側、扉体側どちらでも取り付けが可能である。基本的に堰では戸当り側、水門では扉体側に設置される。

(3) 開閉装置

油圧ユニット、油圧モータ、ピニオン、ピンラック(端部円盤に設置)、開閉装置架台、油圧配管などで構成される。

4. ドルフィンゲートの開発経緯<sup>(1),(2)</sup>

ドルフィンゲートの開発に当たり、主眼を置いたのは、水理特性 排砂特性 構造系、であり水理模型実験や構造解析を実施した。

4.1 ドルフィンゲートの水理特性

水理特性を検討するため A 型と B 型の扉体形状について水理模型実験を行った。

4.1.1 ドルフィンゲート A 型の水理模型実験

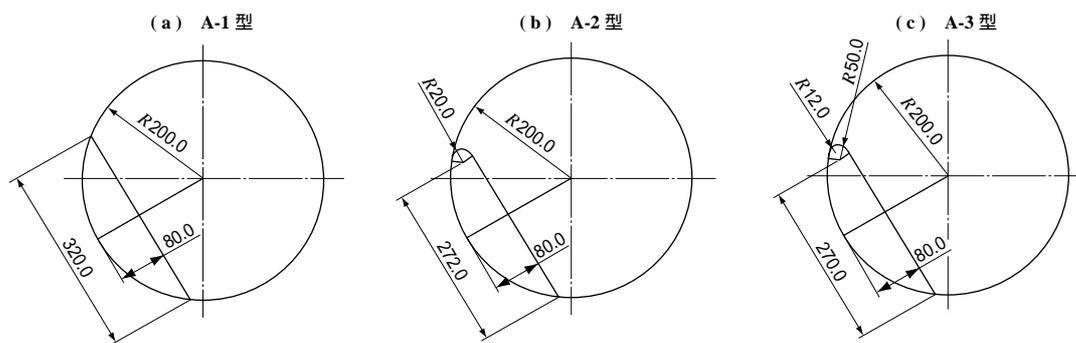
実験は二次元水路を用いて行い、三つの形状について扉体越流面の作用水圧分布と流量係数を求めた。第 3 図に A 型扉体模型形状を示す。

(1) A-1 型

イギリスのテムズバリアに類似して扉体先端には円弧を設けていない形状(第 3 図-(a))。

(2) A-2 型

オーバーフローに対応できるように扉体頂部に円盤



第3図 A型扉体模型形状 (単位: mm)  
Fig. 3 Shape of gate model : Type A (unit : mm)

半径の10%の円弧を設けた形状(第3図-(b)).

### (3) A-3型

標準越流頂形状を模擬して複合円弧とした(起立角度30°,越流水深2m)先端形状(第3図-(c)).

起立角度と越流水深を変化させ実験を行い,適合領域が広く製作上も有利なA-2型をドルフィンゲートの標準型として採用した.

#### 4.1.2 ドルフィンゲートB型の水理模型実験

ドルフィンゲートB型は扉高の低い場合に合理的に適応できるようにA型の扉体のほぼ半分の高さとし,剛性確保のために扉体断面形状を扇形にしたものである.

水理模型実験はA型同様二次元水路を用いて行い,オーバーフロー時に扉体上流端に作用する圧力とアンダフロー操作時に扉体底面板に作用する圧力の把握を目的に行った.また,流量係数についてもA型と同様に求めた.第4図にB型扉体模型形状を示す.

#### 4.2 ドルフィンゲートの排砂特性

ドルフィンゲートA型とB型は,オーバーフローによる流量調節機能を有することから,河床に掘込みが必要である.扉体は洪水時には全開(起立角度0°)状態となるため,流下土砂が掘込み部に堆積することが予想される.

実験は,ゲート操作によって排砂に必要な水力を発生

させ,掘込み部に堆積した土砂を効率的に排除できるかどうかを確認することを目的に実施した.

排砂操作はオーバーフローとアンダフローの両方を想定した.

##### (1) オーバーフローによる排砂操作

通常の越流状態から,全開で洪水を流下させ,減水時に再び通常の越流状態に戻す一連の操作のなかで,掘込み部に堆積する土砂を掃流すること.

##### (2) アンダフローによる排砂操作

引上げ式の土砂吐きゲートの排砂操作と同様に上流側水路の取水口付近の堆積土砂を掃流すること.

第5図にオーバーフローによる排砂操作を,第6図にアンダフローによる排砂操作の状況を模式的に示す.

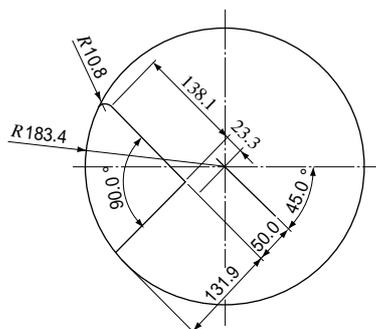
#### 4.2.1 ドルフィンゲートA型の排砂特性

実験に用いたのはA-2型であるが,水理特性を検討したときの実験模型の約90%の大きさとしている.実験に用いた砂の粒径 $d$ は細砂(1.5mm),中砂(6.0mm),粗砂(20.0mm)である.排砂の模型実験では実機に対する縮尺を特に設けていないが,対象実機が存在する場合は本実験の結果に縮尺比を乗じて実際の砂礫の粒径に換算することができる.

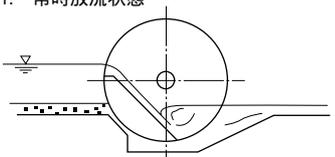
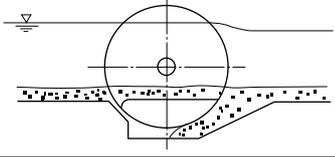
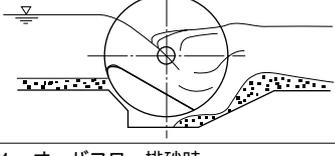
##### (1) オーバーフローによる排砂特性

ゲートの起立角,上下流の水位差,越流水深,土砂粒径を変化させ実験を行い,掘込み部の土砂残留状況で結果を整理した.

- ・土砂粒径は小さいものほど排砂可能な範囲が大きい.
- ・上下流水位差は大きいほど排砂効果が大きい.
- ・越流水深は大きいほど排砂に対して有利であるが,ある程度以上に大きな越流水深で,起立角度が大きい場合は掘込み部に流れ(逆流域)が発生し,排砂効果は低下する.



第4図 B型扉体模型形状 (単位: mm)  
Fig. 4 Shape of gate model : Type B (unit : mm)

模 式 図	説 明
1. 常時放流状態 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時越流による調節放流状態</li> <li>・上流の河床には堆砂している。</li> </ul>
2. 洪水流下時 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水の流下に合わせて、扉体を回転倒伏させる。</li> <li>・全開の状態では、土砂も流下し、掘込みビット内には土砂が堆積する。</li> <li>・ビット内の土砂は回転中心から上流にはほとんど侵入しない。</li> </ul>
3. オーバフロー排砂開始 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水減水時に扉体を回転起立させ始める。</li> <li>・ビット内の土砂は下流の勾配面をはい上がるように排出される。</li> </ul>
4. オーバフロー排砂時 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時の起立状態まで扉体を回転させる。</li> <li>・ビット内の土砂は継続され、やがて、完全に下流へ排出される。</li> </ul>
5. オーバフロー排砂終了し常時の状態へ 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水が去り、常時の調節放流に戻る。</li> </ul>

第 5 図 オーバフローによる排砂操作  
Fig. 5 Discharge operation of sediment by overflow

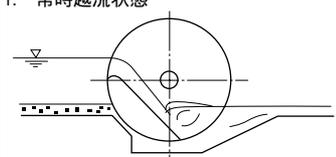
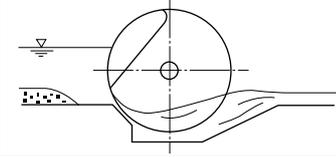
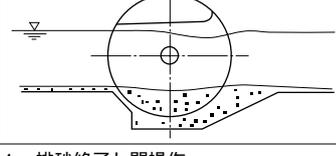
## (2) アンダフローによる排砂特性

ゲートの起立角，上下流の水位差，土砂粒径を変化させ，さらに河床勾配を水平と 1/100 の 2 ケースで実験し，掘込み部の土砂残留状況で結果を整理した。

- ・土砂粒径は小さいものほど排砂可能な範囲が大きい。
- ・上下流水位差は大なるほど排砂効果は大きい。
- ・起立角度が大きいほど排砂効果は大きい。
- ・河床勾配は水平よりも勾配があるほうが排砂効果は大きい。

実験結果から排砂可能な概略の範囲を示すことができたと考えている。

また，アンダフローによる排砂操作では，扉体直上流の河床部の堆砂を容易に掃流することができることが明らかとなった。水路全体を上流まで排砂するためには，ゲートを起立角度 0°（全開）もしくは 180°（上部で水平位置）まで操作し，開水路で排砂することとなる。

模 式 図	説 明
1. 常時越流状態 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時越流による調節放流状態</li> <li>・上流の河床には堆砂している。</li> </ul>
2. アンダフロー状態へ移行 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・扉体を回転起立させ，アンダフロー排砂を開始する。</li> <li>・直上流河床の堆砂は掃流力の増大に伴い排出される。ゲート開度の 1～3 倍範囲が排砂される。</li> </ul>
3. さらに開度を増す 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・さらに扉体を回転させ，開水路状態で流下させる。</li> <li>・掃流力が大きくなり，河床の堆砂の流下が促進される。</li> <li>・掘込みビットの中は満砂状態になる。</li> </ul>
4. 排砂終了し閉操作 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河道の排砂が終了し，扉体を閉操作に移行する。</li> <li>・掘込みビット内の土砂は下流へ掃流除去される。</li> <li>・扉体の回転稼働を妨げるような残留土砂はなくなる。</li> </ul>
5. アンダフロー排砂を終了し常時の状態へ 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時の越流調節状態に戻る。</li> <li>・掘込みビット内の残留土砂のほとんどはオーバフロー排砂の状態では，下流へ排出される。</li> </ul>

第 6 図 アンダフローによる排砂操作  
Fig. 6 Discharge operation of sediment by underflow

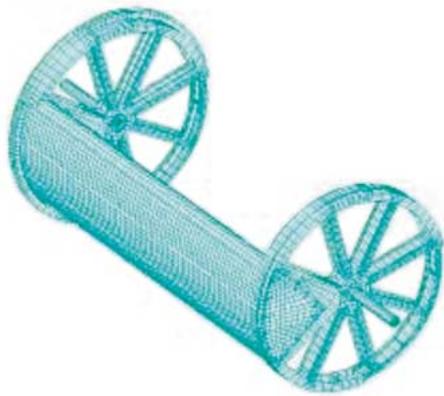
## 4.2.2 ドルフィンゲート B 型の排砂特性

一連の排砂操作を想定して実験を行った結果，ドルフィンゲート B 型については扉体直上流水路部分の土砂を除去しておくことが重要であることが分かった。これは，洪水期の全開操作で，掃流土砂が扉体上面通過後，掘込み部に落下堆積する量を低減する必要からである。掘込み部に堆積した土砂と扉体底面板が干渉し，開操作に対して障害となることが懸念される。これを避けるため，洪水の前に上流水路の堆砂を可能な限り除去するアンダフローによる排砂操作を行うことが望ましい。

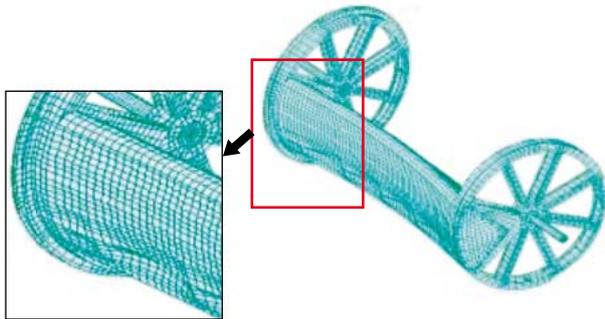
## 4.3 ドルフィンゲートの構造解析による検証

扉体は中央部と端部円盤から構成されており，構造力学の簡易計算で計画した設計内容の妥当性を有限要素法による解析を基に検証した。モデル化は扉体全体（中心軸を含む）で行っている。解析の荷重条件は，設計水压荷重が作用した場合と，ピヤに強制変位を与えた場合の 2 ケースとした。

第 7 図にモデル図を，第 8 図に解析結果（水压による変



第7図 ドルフィンゲートの解析モデル図  
Fig. 7 Analysis model for Dolphin Gate



第8図 ドルフィンゲートの解析結果（水圧による変形図）  
Fig. 8 Analysis results of Dolphin Gate ( deflection by hydrostatic flow )

形)を示す。検証の結果、計画段階では簡易計算のみで設計することが可能であることを確認した。

1号機要素がある場合、詳細設計段階で確定した諸条件で解析することは、細部構造の確認のため有効な方法と考える。

## 5. ドルフィンゲートの工事实績

1998年度の1号期完成以降、現在までのドルフィンゲートの工事实績は施工中のものも含め6件である。ドルフ

インゲート工事实績一覧表を第1表に示し各工事の概要を以下に示す。

### 5.1 永山取水ゲート<sup>(3)</sup>

#### (1) 概要

本ゲートは、北海道開発局が石狩川改修事業の一環として旭川市内の永山床止めの一部に建設された(第9図)。

設置目的は、常時はゲート上流に設置された取水口からの取水を確保するための水位維持を行い、洪水時にはゲートを全開とし取水口前面の土砂を流水の掃流力によって排除し、常時取水が可能な状態にすることである。

本設備の設置地点は、将来、親水公園として整備されるため、周辺の豊かな自然環境に調和できるゲート設備が求められた。そのニーズに対応できるドルフィンゲートが我が国で初めて採用された。上流側には取水口が設けられている。高水敷きに配管し、右岸堤防近傍の樋門操作室に油圧ユニット・操作盤を設置した(第9図-(b))。

樋門操作室から土砂吐きまでの距離は、約100mである(第9図-(c))。

#### (2) 仕様

主な仕様を以下に示す。

門数	1門
寸法	
有効径間	10.0 m
有効高さ	2.0 m
堆砂高	
起立時	1.0 m
倒伏時	0.5 m

(土砂最大粒径φ150 ~ 200 mm)

第1表 ドルフィンゲート工事实績一覧表  
Table 1 Installation list of Dolphin Gates

発注者	施設名称	用途	径間(m)	有効高さ(m)	数量(門数)	完成年度	タイプ
北海道開発局	永山取水ゲート	堰 (土砂吐き)	10.0	2.0	1	1998年	B型
愛知県	広口池南水門 (領内川水門)	堰	15.0	3.85	1	1998年	A型
愛知県	日光川放水路 4号放水路水門	堰	22.0	3.90	2	2000年	B型
中部地方整備局	住吉水門	水門	12.5	9.05	1	2002年	C型
東北地方整備局	大谷地水門	水門	13.95	2.45	1	2003年	D型
兵庫県	大谷川水門	水門	11.00	3.84	1	(施工中)	C型

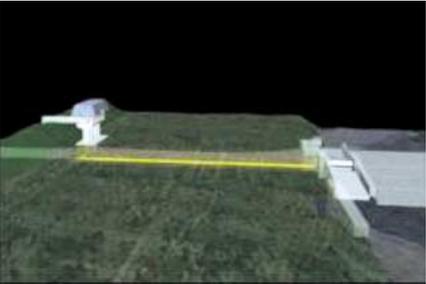
(a) 全 景 ( 下流側から上流を見る )



(b) 左岸側から見る



(c) 下流側から見る



第 9 図 永山取水ゲート ( 北海道開発局 )

Fig. 9 Nagayama intake gate ( Hokkaido Development Bureau )

水 密 方 式	戸 当 り 側 3 方 ゴ ム 水 密
開 閉 装 置 形 式	油 圧 モ ー タ ラ ッ ク 式 ( 片 側 駆 動 )
開 閉 速 度	約 0.3 m/min ( 起 立 時 平 均 )

(3) 実証試験

1998 年 11 月に据付け工事が完了し、1999 年 1 月に現地で実証試験を行った。

試験の目的は、排砂機能、ゲート操作性および流水によるゲートの動的特性を調査し、本設備の安全性を確認するとともに運用開始後のゲート操作要領を確立することである。

試験の結果は次のとおりである。

- ・取水口前面の土砂はすべて掃流され、ゲート直下流の掘込み部もほとんど排砂され、排砂機能を十分発揮していることを確認した。
- ・試験時と水理模型実験時の扉体越流面に作用する圧力分布は、ほぼ同様の傾向を示した。
- ・扉体中央部スキムプレート面に対する接線方向と法

線方向の振動加速度はきわめて微小であり、たわみ振動および中心軸周りのロッキング振動も問題にならないことが確認できた。

本試験によって、ゲートの安全性はもとより、排砂機能についても十分その機能を発揮していることが確認できた。また、得られた各種データによって操作要領も確立された。

5.2 広口池南水門 ( 領内川水門 ) (4)

(1) 概 要

広口池南水門 ( 領内川水門 ) は、「日光川改修工事全体計画」に基づき計画されている日光川 3、4 号放水路の中継地点である広口池下流端の領内川に次の目的のために設置される。

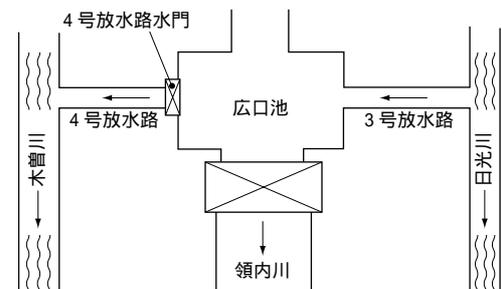
- ・平常時は広口池の水位を、T.P. 1.5 m に維持する。
- ・洪水時は広口池の水位上昇に伴いゲートを下降させ全開する。
- ・日光川 3、4 号放水路稼働時はゲートを上昇させ全閉とし、領内川からの逆流を防止する。

本設備は愛知県で初めて採用されたドルフィンゲートで、1999 年 3 月に完成した ( 第 10 図、第 11 図 )。



第 10 図 広口池南水門 ( 愛知県 ) 全景 ( 下流側から上流を見る )

Fig. 10 Overview of Hirokuchiike south gate ( Aichi Prefecture ) ( view from downstream )



第 11 図 広口池南水門と 4 号放水路水門の配置図

Fig. 11 Arrangement drawing layout of Hirokuchiike south gate and No. 4 channel gate

## (2) 仕 様

主な仕様を以下に示す。

門 数	1 門
寸 法	
有効径間	15.0 m
有効高さ	3.85 m
水密方式	戸当り側 3 方ゴム水密
開閉装置形式	油圧モータラック式 (片側駆動)
開 閉 速 度	約 0.3 m/min (鉛直高さ平均)
設 計 水 位	3.25 m ( 広口池側 T.P. -0.41 m , 領内川側 T.P. +2.84 m )

## 5.3 日光川放水路 4 号放水路水門<sup>(5)</sup>

### (1) 概 要

4 号放水路水門は、2 級河川日光川の洪水対策として計画された 4 号放水路の流入口 ( 広口池 ) に設置され、放水路稼働時に日光川流域の洪水を最大 55 m<sup>3</sup>/s で流量調整して 4 号放水路に流下させる。

本設備は領内川水門に続き愛知県で採用されたドルフィンゲートで、2000 年 8 月に完成した ( 第 12 図 )。

### (2) 仕 様

主な仕様を以下に示す。

門 数	2 門
寸 法	
有効径間	22.0 m
有効高さ	3.90 m
水密方式	戸当り側 3 方ゴム水密
開閉装置形式	油圧モータラック式 (片側駆動)
開 閉 速 度	約 0.3 m/min (鉛直高さ平均)
設 計 水 位	3.27 m ( 広口池側 T.P. +2.87 m , 木曾川側 T.P. -0.40 m )



第 12 図 日光川放水路 4 号放水路水門 ( 愛知県 ) 全景 ( 下流側から上流を見る )

Fig. 12 Overview of Nikkogawa No.4 channel gate ( Aichi Prefecture ) ( view from downstream )

## 5.4 住吉水門<sup>(6)</sup>

### (1) 概 要

住吉水門は、既設水門の改築工事に伴い三重県桑名市住吉地先の揖斐川右岸に新設され、洪水・高潮で揖斐川の水位が上昇した際に全閉する防潮水門である ( 第 13 図 )。

河川の景観・周辺整備計画を基に、地域の特性 ( 歴史的・文化的 ) 背景を考慮したデザインテーマから水門設備の設計コンセプトは「設備を目立たせないこと」とされ、次の理由からドルフィンゲートが採用された。

- ・景観に優れ、扉体天端から一切突起物がない設計が可能である。
- ・扉体を自重降下で閉鎖させることができ、洪水・高潮時に確実にゲートを閉めることができる。

(a) 全 閉



(b) 半 開



(c) 全 開



第 13 図 住吉水門 ( 中部地方整備局 )

Fig. 13 Sumiyoshi gate ( Ministry of Land, Infrastructure Chubu Regional Bureau )

・土木構造を含めコンパクトである。

本設備は中部地方整備局で初めて採用されたドルフィンゲートで、2003年3月に完成した。

(2) 仕様

主な仕様を以下に示す。

門数	1門
寸法	
有効径間	12.5 m
有効高さ	9.05 m
水密方式	扉体側3方ゴム水密
開閉装置形式	油圧モータラック式(片側駆動)
開閉速度	約0.3 m/min(鉛直高さ平均)
設計水位	6.3 m(外水位 T.P. +4.8 m, 内水位 T.P. -1.5 m)

5.5 大谷地水門

(1) 概要

大谷地水門は、東北地方整備局が宮城県志田郡鹿島台地区の「水害に強いまちづくり事業」の一環として、二線堤と山王江排水路が交差する箇所に建設した、二線堤内への氾濫水の制御を目的とした水門である。

本設備は東北地方整備局で初めて採用されたドルフィンゲートで、2004年3月に完成した。第14図に全景を示す。左岸堤防上の操作室内に油圧ユニットと操作盤を設置している。第15図に本水門の位置図を示す。

(2) 仕様

主な仕様を以下に示す。

門数	1門
寸法	
有効径間	13.95 m
有効高さ	2.45 m
水密方式	扉体側4方ゴム水密
開閉装置形式	油圧モータラック式(片側駆動)
開閉速度	約0.3 m/min(鉛直方向), 自重降下時約1.0 m/min

第16図に開操作直後の状態と半開の状態を示す。

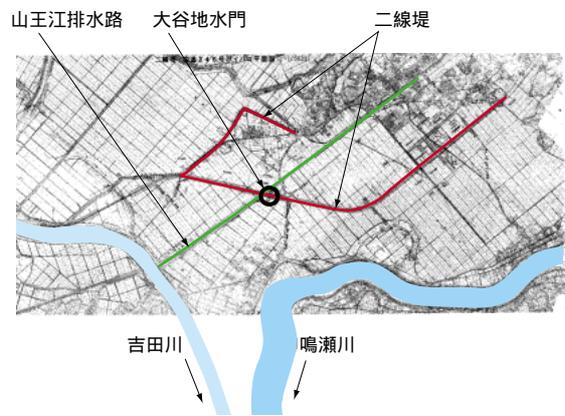
本設備は、当社で初めてのカーテンウォールタイプのドルフィンゲートであり、4方水密構造を採用した。水密ゴムは扉体側に取り付け、それによって水密ゴム交換時に修理用ゲートが不要となるメリットがある。

扉体形状は、流水遮断時に有害な振動などが発生しないよう、流体解析により決定された。



第14図 大谷地水門(東北地方整備局)全景(下流側から上流を見る)

Fig. 14 Overview of Ohtanichi gate (Ministry of Land, Infrastructure Tohoku Regional Bureau)(view from downstream)



第15図 位置図  
Fig. 15 Location

(a) 開操作直後の状態



(b) 半開の状態



第16図 扉体の開閉

Fig. 16 Opening and closing of gate leaf

## 5.6 大谷川水門

### (1) 概要

大谷川水門は、兵庫県が大谷川河川対策事業の一環として兵庫県相生市相生地内大谷川河口部に設置する防潮水門である。

本設備の設置場所周辺は民家が密集していることから、景観上設備が目立たないドルフィンゲートが採用された。

現在建設中で、2006年3月に完成予定である（第17図）。

### (2) 仕様

主な仕様を以下に示す。

門数	1門
寸法	
有効径間	11.00 m
有効高さ	3.84 m
水密方式	扉体側3方ゴム水密
開閉装置形式	油圧モータラック式（片側駆動）
開閉速度	約0.3 m/min（鉛直方向）

本設備は流量調節機能を必要としない全開全閉のみで使用する防潮水門であることから、流量調節を行うドルフィンゲートのように、端部円盤に整流盤として

(a) 全景（全開状態）



(b) 全景（全閉状態）



第17図 大谷川水門（兵庫県）  
Fig. 17 Ohtanigawa gate (Hyogo Prefecture)

の機能をもたせる必要がない。この点に着目し、端部円盤として必要のない部分（扉体脚部およびピンラック設置部以外）を切欠くことで設備のコストダウンを図った。

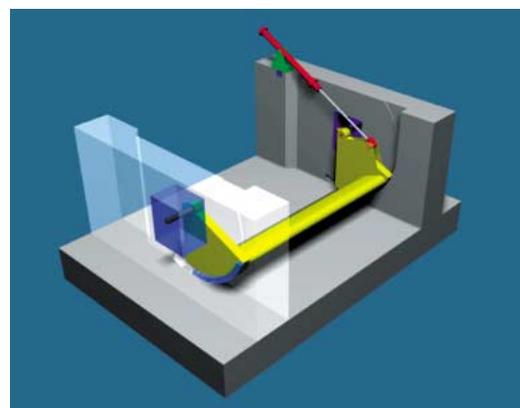
## 6. 改良型ドルフィンゲートの開発

### 6.1 構想と形状

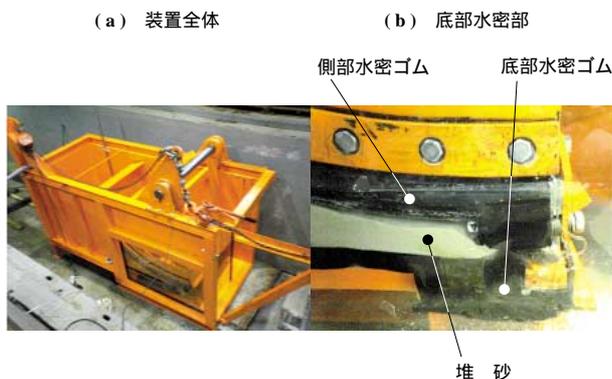
前節までに述べたようにドルフィンゲートは優れた特長を有し、中形規模以上の施設に採用されてきた。構造的にやや複雑なところもあり、設置条件によってはより単純化しても十分機能を発揮しうると考え、次のような中小河川への適用も視野に入れた新たな形状のドルフィンゲートを開発中である（第18図）。

- (1) 扉体の水路底部への収納を考えない。全開放流時は扉体を水面上に上げる。
- (2) 底部水密ゴムを敷き戸当たりに埋め込み、全閉時のみ底部水密を確保する。
- (3) ピア側面は中心軸部以外は箱抜きを設けない。
- (4) 扉体両側部は扉体中央断面を支持する範囲の扇形アームとする。
- (5) 側部水密は扉体側に取り付けられたP型ゴムと戸当たり側の水密板で行う。
- (6) 扉体の駆動は油圧シリンダで行う。

改良型ドルフィンゲートは河川で常時閉状態で使用することを前提としており、ゲート全閉操作後は敷部に土砂が堆積することを想定する必要がある。そのため堆砂後にゲートを動かすと、敷部とゲートに挟まれた狭い空間内で土砂のかみ込み、または圧密によるスキムプレート面での摩擦力が增大して開閉荷重が極端に大きくなる可能性が指摘されていた。



第18図 改良型ドルフィンゲートの構想図  
Fig. 18 Image of new short form Dolphin Gate



第 19 図 実験の様子  
Fig. 19 Test status

## 6.2 実 験

そこで、そのようなことが起こりうるか否かを確認するために実験を進めている。第 19 図に実験の様子を示す。実験装置は長さ 2 m、幅 1 m、高さ 1 m の鋼製水槽のなかにスキムプレート半径 1.3 m のゲート模型を入れたものである。水槽側面にはガラスをはめ込み、底部水密部付近の様子を観察できるようにしている。

ゲートはチェンブロックで引っ張って動かす。水槽底に砂（細砂、粗砂、混合砂など）と水を入れてゲートを前後に動かし、チェンブロックのワイヤに取り付けたロードセルで引張荷重の値を計測して、何度か往復させて荷重値が増えないことを確認することになっている。

## 7. 結 言

以上、ドルフィンゲート（ライジングセクタゲート）の開発経緯，工事実績および改良機種の研究開発の取組みを述べた。本ゲート形式は標準型を開発以降，施設に要求される機能や顧客ニーズの多様性に対応するべく改良を加え，施工実績を着実に増やしつつある。

また，施工経験を積み重ね習熟度を増すことで，合理化や標準化によるコストダウンを継続し，施工費は競合する

従来形式と同様以下のレベルとなっている。現在開発の最終段階にある改良型を含め，ドルフィンゲートの適用範囲拡大を図り，より多くの施設へ採用いただけるよう提案していきたい。

## 謝 辞

ドルフィンゲートをご採用いただきました納入先である北海道開発局・愛知県・中部地方整備局・東北地方整備局・兵庫県には，工事施工中および維持管理の点検・整備に加え，本稿を掲載するに当たり多くのご指導とご協力をいただきました。ここに記し，深く感謝いたします。

## 参 考 文 献

- (1) 小島治久，後藤光寿：ドルフィンゲートの水理，排砂特性について 水門鉄管 No.191 1997 年 6 月 pp.65 - 76
- (2) 由井孝昌：ライジングセクタゲートの工事紹介と開発経緯について 平成 14 年度水門鉄管技術講習会テキスト 2003 年 3 月 pp.93 - 100
- (3) 松川 徹，由井孝昌，作山博康，鉤流 洋：北海道開発局永山取水ゲート（ドルフィンゲート）新設工事 石川島播磨技報 第 39 巻第 6 号 1999 年 11 月 pp.305 - 308
- (4) 松川 徹，高遠典宏，佐藤則行，岡田慎司：領内川水門（ライジングセクタゲート）工事報告 水門鉄管 No.199 1999 年 6 月 pp.59 - 67
- (5) 高遠典宏，佐藤則行，木戸 学：日光川 4 号放水路水門（ライジングセクタゲート）工事報告 水門鉄管 No.208 2001 年 9 月 pp.125 - 131
- (6) 賀谷丈茂，三浦栄次，片岡 大：住吉水門（ライジングセクタゲート）工事報告 水門鉄管 No.217 2004 年 1 月 pp.42 - 46