

# KaNaF ゲート（浮体構造起伏ゲート）

## —樋門・樋管の逆流防止ゲート—

山本 洋士・富永 隆典・吉岡 政信

浮力によりゲートを閉扉させることで本河川から支河川への逆流を防止、また減水に応じて開扉することで支河川からの排水を促す。—平成 21 年度準推奨技術(新技術活用システム検討会議(国土交通省))—

キーワード：開閉装置不要，開扉・閉扉操作の無人化，工事費用の低減，工期短縮，重量軽減，柔構造樋門，排水樋門用，4方水密，起伏ゲート

### 1. はじめに

従来の排水樋門は、河川内に引上げ式ゲートを設置し、排水および支川への逆流を防止している。しかし国土の70%が中山間地である日本では、台風や集中豪雨時に、河川は一気に増水することから、河川増水直前や減水直後に、あるいは満潮時に昼夜を問わずゲートの操作を行う必要があるが、これには、非常な危険を伴い時として開閉操作が困難となるケースが発生していた。更には、的確な開閉操作ができず逆流すると堤防の内外で地盤がゆるみ堤防決壊をまねく恐れがあった。また、従来の引上げ式ゲートは河川断面内にコンクリート門柱等を設置する必要があり洪水時の河川流下に対する阻害構造物ともなっていた。

人口の多い下流域においては、開閉機は電動化され遠隔操作等の手法がとられているが、中山間地においては遠隔操作等の設備は万全とは言えず、管理者の高齢化にともない開閉機・機側操作盤に対する正確な知識や操作方法等の確実な継承に一抹の不安もあることから人為的なエラーを発生させる要因をも持っている



写真—1 冠水した住宅地

など、操作性・管理者・費用の点で多くの課題が山積している（写真—1）。

### 2. 技術の特徴及び効果

KaNaF ゲートは、堤内側（上流側）に支承装置（ヒンジ）で連結された扉体をボックス構造にすることで浮力を持たせ、本川側（下流側）水位の上昇に追従して扉体を起立させて、完全密閉（4方水密）により逆流防止を行い、増水が治まると本川水位の低下に追従して扉体が倒伏、堤内水位を自然排水する構造である。

この KaNaF ゲートは、近年の異常気象によるゲリラ豪雨等で増加している洪水災害とこれによる経済損失の軽減、さらには、工事費用の低減を指向して、次のような特徴があり大きな効果を発揮している。

【洪水災害への対応】浮力により自然開閉が可能となることから、「昼夜を問わず無人での増・減水時の対応が可能」となり、「洪水時のゲート操作にともなう管理者の危険性を大きく低下」させることができる。

【経済損失の防止】冠水によって引き起こされる「住宅浸水、汚水・下水の流出による衛生面の悪化」だけでなく、ひいては「堤防、道路決壊により引き起こされるライフラインの寸断」をも防ぐことができる。

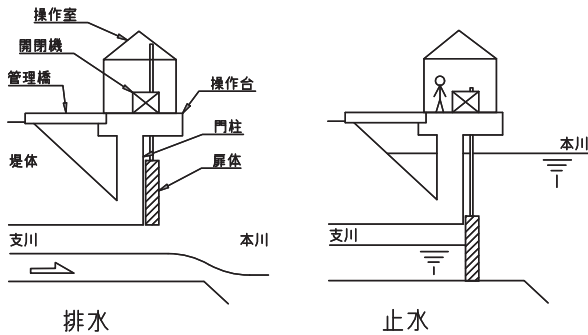
【工事費用の低減】「開閉機が不要」なことから引上げ式ゲートに必要な「門柱・操作室・管理橋が不要」となるため、「土木工期が短縮」、「工事費低減が可能」となる。

【工事設計の改善】コンクリート重量が軽減されるため「不等沈下」・「柔構造」への対応が容易になる。

【景観】 門柱レス構造なので、「設置地域の景観を損なわず」、併せて「増水時の河川流下断面を阻害しない」（写真—2, 図—1）（写真—3, 図—2）。



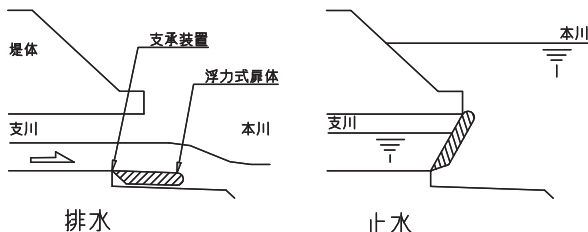
写真—2 改修前（従来型のゲート）



図—1



写真—3 改修後（KaNaF ゲート）



図—2

### 3. 既存技術との比較

表-1 既存技術の比較

従来の引上げ式ゲート	効果	K a N a F ゲート
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引上げ式ゲートであるため開閉機が必要である。</li> <li>2. 洪水時には昼夜を問わず、河川本線側の増水直前に閉扉し、減水直後に開扉しなければならない。</li> <li>3. 災害、電源・動力停止時ほか開閉装置動作不良の危機管理が必要。</li> </ol>	操作性の改善	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 浮体構造を持たせた起伏ゲートで、本支線の水位差により扉体が起伏する為、開閉機が不要である。</li> <li>2. 洪水時の急激な増水にも自動で閉扉減水時は自動で開扉。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 開閉機、機側操作盤の操作知識が、高齢化する管理者に求められる。</li> <li>2. 設備管理のノウハウの継承ができない。</li> <li>3. 高齢化する管理者には開閉機の維持点検、特に洪水時の開閉操作は危険を伴い負担となる。</li> </ol>	管理面の改善	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ゲート自体の浮力で開閉する。開閉機不要で、操作の専門的知識を必要としない。</li> <li>2. 流下物に適した起伏越流式であるため、流下物の噛み込む懸念が極めて小さく、高齢化する管理者の負担が軽減される。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引上げ式の開閉機が付くため、門柱・操作台・管理橋の施工が欠かせない。</li> <li>2. 軟弱地盤には、相応の杭基礎工が必要である。</li> <li>3. 門柱、操作台施工の際、高所作業が発生する。</li> </ol>	施工性の改善	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱、操作台・管理橋の施工が不要である。</li> <li>2. 軟弱地盤における杭基礎では、上載荷重が軽減され工費・工期が低減される。</li> <li>3. 門柱、操作台等が不要なため、高所作業が軽減される。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱、操作台が必要なため、土木工事に費用・期間を要する。</li> </ol>	工期縮減・減工費	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱、操作台が不要なため土木工事の費用・期間ともに縮減できる。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 優れている。</li> </ol>	水密性	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水密ゴムは摺動タイプなので藻、貝は付着せず、漏水しにくい。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱構造を有するため構造物重量が重い、また門柱の傾きを考慮した設計、施工が必要。</li> </ol>	柔構造への対応	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱を必要とせず上載荷重が軽減され、かつ構造物の重心が低いため、柔構造に対応しやすい。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱・操作台・管理橋等の構造物が堤防断面より突出している。</li> </ol>	景観性の改善	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門柱・操作台・管理橋等を必要としないため、景観を損ねない。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 操作管理者が、樋門・樋管1門に1～2人が必要である。</li> <li>2. 日常の管理点検及び、補修が必要。</li> <li>3. S S材が標準仕様であるため定期的な補修が必要である。</li> </ol>	維持管理の軽減	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 必要に応じたパトロールで容易に開閉確認ができる。操作管理者は1～2人で数カ所を管理できる。</li> <li>2. 開閉機を必要としない単純構造、ステンレス仕様が標準であるため、維持管理費用が軽減される。</li> </ol>

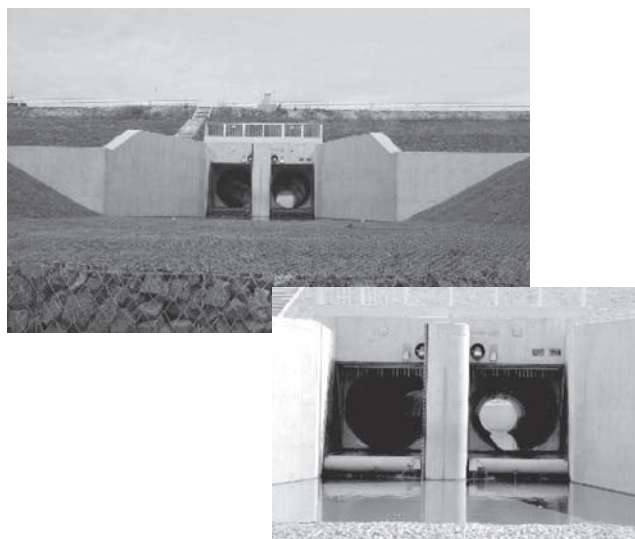
#### 4. 実施事例—阿武隈川平成の大改修

福島市，郡山市，須賀川市等福島県中心部を流れ宮城県南部から太平洋へと注ぐ阿武隈川水系阿武隈川では，平成10年8月洪水を契機として平成12年度までに800億円の事業費を投じて『平成の大改修』（図—3）が実施された。この改修に際してはKaNaFゲートが多数採用されている。この樋門工事では，堤防上を比較的交通量が多い主要地方道が通り，さらには軟弱地盤であることなどから柔構造樋門にする必要があるなど，設計当初から門柱及び管理橋の設置が難しい箇所であった。そこで，門柱が必要なく柔構造樋門にも適したKaNaFゲートが採用されたのである。この改修により平成14年7月に発生した平成10年8月洪水とほぼ同規模の洪水に対し，家屋被害，浸水被害が最小限に食い止められている。

写真—4の樋門は，宮城県南部の阿武隈川下流「東小坂排水樋門」である。



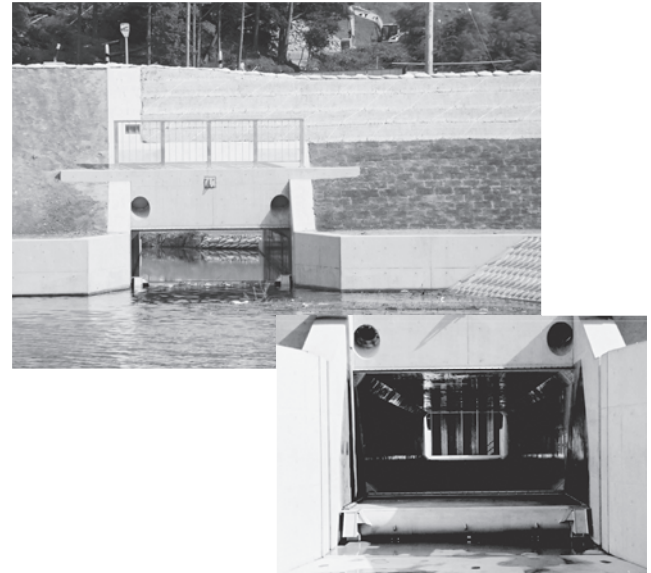
図—3 福島民報記事抜粋



写真—4 阿武隈川 東小坂排水樋門

#### 5. KaNaF ゲートの活用後調査結果の一例

写真—5及び図—4は四国地方整備局 那賀川河川事務所様発注の平成13年度井関樋門ゲート設備工事（3500（W）×2000（H））の新技术活用効果調査表である。



写真—5

	ローラーゲート （従来技術）	⇒	KaNaFゲート （新技术）
経済性	100	⇒	175
工程	100	⇒	140
品質・出来形	100	⇒	100
安全性	100	⇒	100
施工性	100	⇒	140
環境	100	⇒	140

（四国地方整備局那賀川河川事務所）（点）

図—4 活用後調査結果

#### 6. 開発経緯と実績

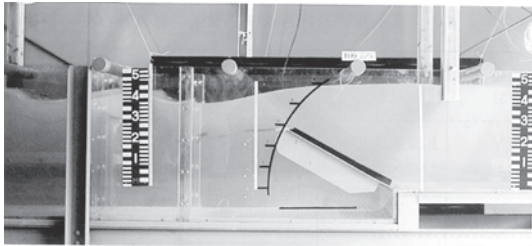
1985年従来からある起伏ゲートの技術を応用し第1号ゲートを設置。

1997年，財団法人土木研究センターによる「建設技術審査証明」取得。審査証明では，ゲート流量特性の検証により，限界流付近でのゲート阻害高（上下流水位差）を近似計算可能とした。浮力が大きいとゲート阻害高が大きくなり，小さいとわずかな土砂堆積で閉扉不良となってしまいます。設計基準における最適浮力設定はこの実験における流量係数が基となっている（写真—6）（図—5）。

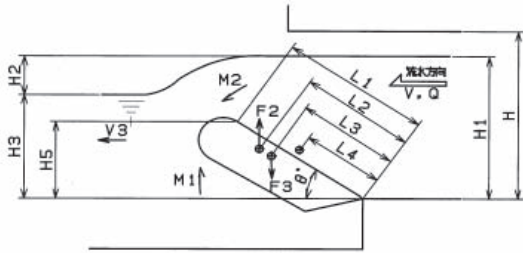
1998年，NETIS登録

2009年，NETIS準推奨技術に選定される。

2009年3月末時点での施工実績は532件。



写真一六 模型実験による流量特性の検証



$$Q = C \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H2 + ha)} \cdot \left\{ (H1 - H5) + \frac{1}{2} (H3 - H5) + ha \right\} \quad (m^3/s)$$

図一五 ゲート流量特性の理論式

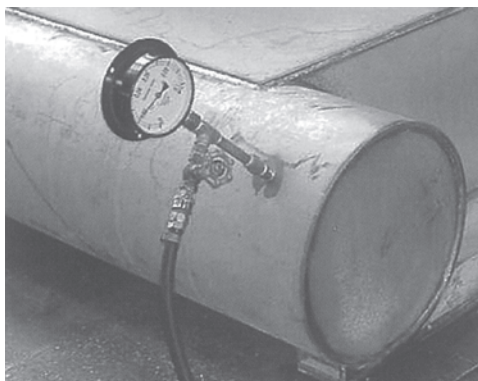
## 7. 設置条件

- ゲートの設置には 50 cm の段差 + 5 cm 程度の勾配を必要とする。
- 水路河床高より，河川及び潮位の平均水位が低いことが望ましい。
- 土砂が堆積しやすい河川の湾曲部には適さない。

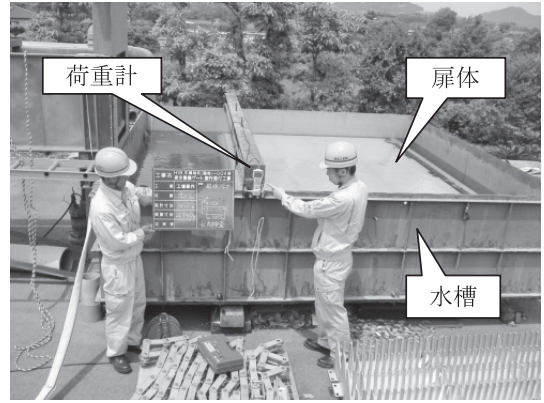
## 8. 施工管理

本ゲートには通常，開閉装置が無く扉体自重と浮力のみで起伏動作を行うため，わずかな製作・据付精度の狂いで不作動となってしまう。特に扉体支承と側部ゴム取付面の直角度，側部水密面摺動板の直角度・真直度については，独自に精度の高い管理基準を設け運用している。

また，ゲートは一般の引上げ式・起伏式ゲートには



写真一七 扉体気密試験

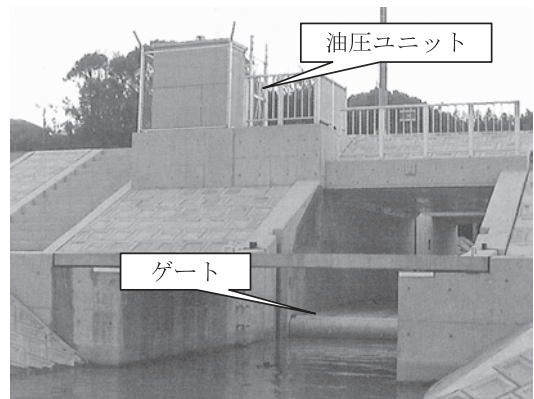


写真一八 扉体浮力試験状況

無い扉体気密試験(写真一七)，扉体浮力試験(写真一八)を行い浮体の確実性を高めている。

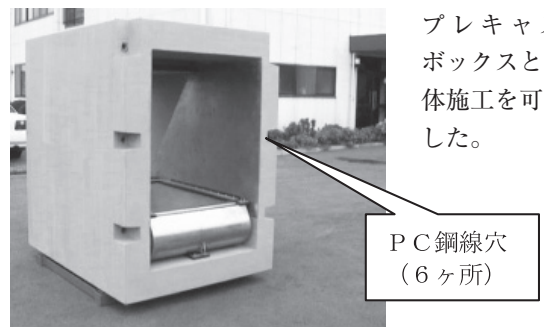
## 9. 特殊施工事例

本ゲートは，無動力を基本とするが強制作動操作可能な構造も実施でき，通常は自動作動であるが，切り替え操作により強制開閉が可能となる(写真一九)。



写真一九 強制作動付ゲート

また，柔構造樋門に対応した「プレキャスト KaNaF ゲート」も規格化している(写真一十)。ゲートは，工場製作のボックスカルバートと PC 鋼線で接続することにより施工できるため，大幅な工期短縮を



写真一十 プレキャスト KaNaF ゲート

プレキャストボックスとの一体施工を可能にした。

実現した。もちろん、下部軸を中心とした回転動作を行うゲートであるため、回転方向の一般的な変位に十分対応できる。

## 10. おわりに

KaNaF ゲートはこれまで数多くの実績をあげ、操作性（無人化）、施工性、経済性、景観性及び、施工実績から高い評価を得ている。

今後は、時代のニーズに応えさらなる大型化と高機能化を目指し改良を進めていく。

そのための技術的改善点・改良点としては以下のような点がある。

- 1) 起伏式のゲートであるため、浮遊流下物の大小にかかわらず完全閉塞できること。
- 2) 土砂の堆積物対策。
- 3) 簡易な日常点検やメンテナンス方法の確立。

これらの課題を克服し万が一の災害時の安全・安心・確実性をより確固たるものとするとともに、現場での

施工性をより一層向上させていきたいと考えている。

JCMA

### 【筆者紹介】

山本 洋士（やまもと ひろし）  
開成工業㈱  
設計部 開発課  
課長



富永 隆典（とみなが たかのり）  
開成工業㈱  
営業企画部 営業企画課  
課長代理



吉岡 政信（よしおか まさのぶ）  
開成工業㈱  
営業企画部  
係長



## 大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 20 年度版——

### ■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4 判／約 240 頁（カラー写真入り）

● 定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

● 発刊 平成 20 年 5 月

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>