

榎瀬樋門改築工事にみる機械と土木の連携 ～後世に残る構造物を創る～

徳島河川国道事務所 防災課

徳島河川国道事務所 防災課 専門職

徳島河川国道事務所 防災課長

山本 新

懸谷 実

溝渕 輝夫

榎瀬樋門は大正11年に設置された吉野川で最も古い樋門であるが、設置から90年以上が経過し、老朽化が著しいことから平成25年度より改築工事を行っている。樋門は土木構造物と機械設備が一体となって初めて機能を発揮することから、計画・施工段階における土木と機械の連携が非常に重要となってくる。本稿では、筆者が技術者として初めて携わることとなった改築工事を通して実感した、機械設備工事と土木工事の連携の重要性について紹介する。

キーワード 樋門、老朽化、機械工事、土木工事、連携

1. はじめに

(1) 榎瀬樋門の変遷

吉野川河口から3k4付近の左岸で本川と合流する支川「榎瀬江湖川」は、徳島と撫養（鳴門）を結ぶ航路として古くから舟運の盛んな河川であった。

榎瀬樋門は明治40年から始まった吉野川第一期改修工事により築堤が進む中、大正4～11年にかけて吉野川河口部に設けられた樋門のひとつである。

河口部に設置された樋門は、洪水時に本川からの逆流を防止する目的のほか、舟運施設としての役割も担っており、榎瀬樋門をはじめ、同時期に設置された「沖ノ洲樋門・新町樋門・宮島樋門」は水路幅が18尺（約5.5m）に統一されている。

樋門設置後、幾度かの改築、改良が行われ現在に至っている。以下に変遷を示す。

・初代樋門（大正11年～昭和57年）

初代樋門の諸元は以下のとおりである。

構 造	コンクリートアーチ形2連 4分割スルースゲート チェーン吊込式
管渠幅	18尺 (5.5m)
管渠高	20尺 (6.2m)

初代樋門に関する資料はほとんど残っておらず、詳細は不明であるが、堤内側管渠部の石積風のアーチ状管渠やコンクリート製の高欄は現在においても当時のままの姿を残しており、大正浪漫を色濃く感じることができる。（写真-1）

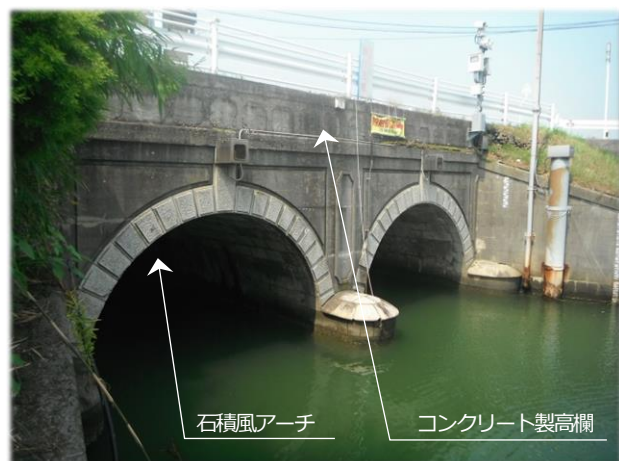


写真-1 堤内側管渠（初代）

・2代目樋門（昭和57年～現在）

2代目樋門は初代樋門の管渠部を延長して樋門設備を新設した構造となっており、門柱・操作台・機械設備が更新されている。2代目樋門の諸元は以下のとおりである。

構 造	コンクリートアーチ形2連 プレートガータ構造鋼製ローラゲート 電動ワイヤーロープ式 (H17年に電動ラック式に更新)
管渠幅	5.5m
管渠高	6.65m

2代目樋門は、津波警報発令時にゲートが自動で閉鎖するシステムが導入される等、機能的に向上している一方、樋門上屋上部から開閉装置のラック棒が突

き出した構造となっており、景観性についてはあまり配慮されていない。（写真-2）



写真-2 榎瀬樋門外観（2代目）

（2）樋門とは

樋門とは一般的に本川と支川の合流点に設置される堤防の一部である。平常時はゲートを開けて支川流域の排水を行うが、洪水時にはゲートを閉めることにより本川から支川への逆流を防ぎ浸水被害を防ぐための設備である。（図-1）

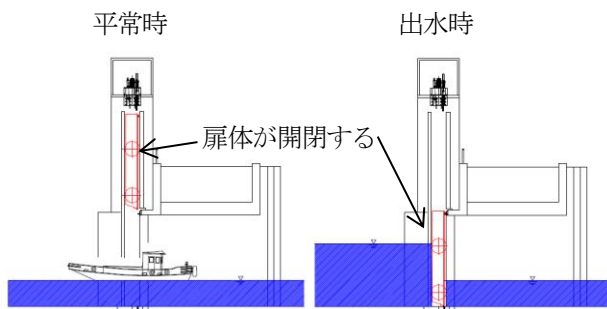


図-1 樋門運用イメージ図

樋門は構造部として、不動体である土木施設（コンクリート構造体）と動体である機械設備（扉体・開閉装置）を持つ。

（3）事業の概要

現在施工中の榎瀬樋門改築事業は、大正時代の設置後90年以上が経過した榎瀬樋門の老朽化対策として平成25年より開始されたものである。

3代目となる榎瀬樋門は設計や構想の上でさまざまな変更が加えられている。

設計上の大きな変更点としては、管渠幅が変更されている点が挙げられる。写真-3の航空写真に示すように、現在の樋門付近では榎瀬江湖川の川幅が急激に狭くなっていたものを、更新後の計画では現況河道にすりつける構造となっている。



写真-3 航空写真

2. 設計段階における連携

今回の更新では前述のとおり、樋管の大きさが変更されている。結果として、樋門ゲートも同様に大形化し、旧樋門の2倍以上の能力を持つ大形の開閉装置が必要とされた。従来のような樋門上屋に開閉装置を設置する方法では、樋門の上屋の面積を大きく取らなくてはならないため、トップヘビーの外観となるほか、それを支える門柱も設計上の強度を大きく取らなくてはならず、門柱が大形化してしまう。（図-2）

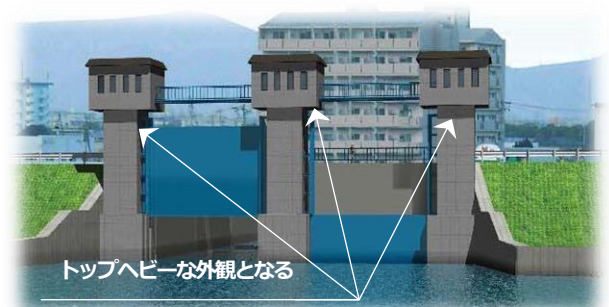


図-2 開閉装置を門柱上に配置

そのため、開閉装置を設置している操作室を樋門の両側シンメトリーな場所に配置するよう設計したことで、施設全体の景観にも配慮した姿となった。（図-3）

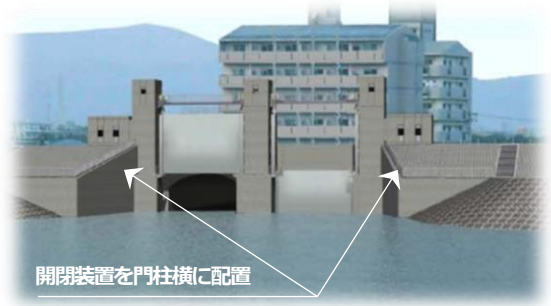


図-3 開閉装置を門柱横に配置（今回採用）

また、榎瀬樋門は背後地に住宅地を持つ施設であるため、設計段階に置いても景観に配慮した様々な検討が行われている。一例として、樋門の管渠の形状を紹介する。

榎瀬樋門は前述のように設置当初から、舟運施設としての役割を持っていたが、かつて舟運に用いられた撫養航路は、現在でも観光用へとその役目を替えて活用されている。航路であるアーチ状の管渠は旧樋門の形状を踏襲して設計されており、観光客の目を楽しませるようデザイン性の高いものとなっている。

このことから分かるように、機械設備の設計段階にちょっとした工夫を加えることで、施設全体の景観に良い影響を与えられるほか、門柱に掛かる荷重を軽減したことで、設計上も簡単な構造とできた。そのため、施設本体内に掛かる土木の工事コストを抑え、工程を短縮した施工計画の立案を可能としている。

3. 施工段階における連携

設計段階では加えた工夫によって良い効果が出たが、施工を行うにあたって、様々な問題が発生した。その事例より、施工管理及び工程管理の2つを紹介する。

(1) 施工管理

機械設備は土木構造物の中（箱抜き内）に設置するため、土木の出来形精度が後の機械設備の据付に大きな影響を与える。

土木構造物の完成後から機械設備を製作するのであれば土木構造物の出来形を反映した品を製作することができるが、多くの現場において土木工事と機械工事は平行に作業を行うため、予め土木の許容誤差を吸収できるような設計にしておくことが不可欠である。

だが、そのフォローアップは全て機械工事受注者の裁量に任されているのが現状と言える。

また、受注者間の調整においては現地の作業ヤードの確認や工程の調整は密にしている一方で、本稿で取り上げるような出来形については情報共有が不十分となっている場合が多い。そのため、機械設備の据付直前になるまで、機械工事受注者側が正確な寸法の値を把握していなかった事例も存在する。

今回は上記の問題に加えて土木と機械の施工管理基準の違いが大きな問題となった。

ここで機械設備工事に求められる精度を伝える一例として、学島川排水機場の設備更新を紹介する。

写真-4は真空ポンプの主軸との軸を結合している場面であるが、この際の許容誤差は外周側が4mm、面側が僅か0.2mmである。このときに用いられるダイヤルゲージは1/100スケールで測定を行う機器であり、このようなダイヤルゲージを用いて、軸をつなぐだけの作業に1日を費やす工程も珍しいものではない。



写真-4 機械設備芯出し測定（真空ポンプ～モータ）

このように機械設備工事が非常に厳しい管理基準を持つ一方、土木の施工管理基準においては、樋門の内空幅などの部分では-30mm以内での管理と規定されており、+方向の基準値は設けられていない。そのため、全体として大きめに施工する傾向があるほか、施工業者によって出来形が一定しないという問題がある。

なお、同じ箇所における機械の管理基準では、許容誤差は片幅±5mm以内と規定されており、全幅に換算すると±10mm以内での管理となる。

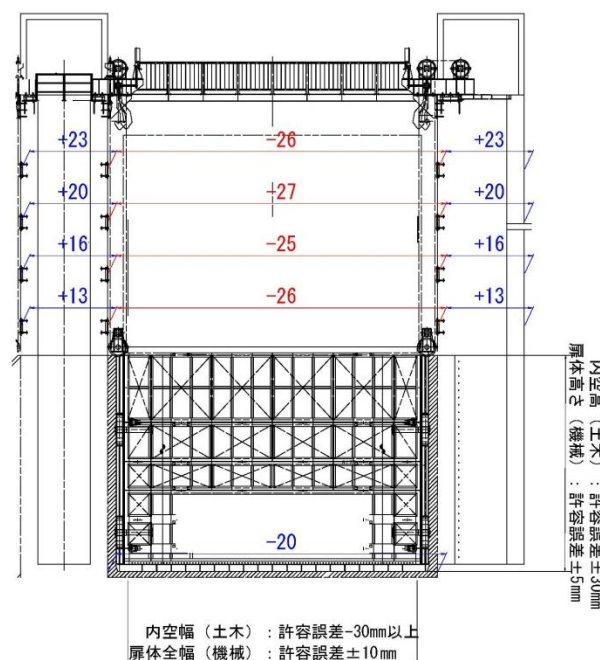


図-4 2号ゲート出来形管理図

表-1 施工管理基準の違い

	基準高 底部戸当り標高	内空幅 扉体全幅	内空高 扉体高
土木施工管理基準	±30	-30	±30
機械施工管理基準	±5	±10（片幅±5）	±5

			10月			11月			12月			1月			2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月		
			1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21			
土木	水門工事	H25～																																				
	築堤・護岸工事																																					
機械工事	埋設金物																																					
	戸当り																																					
	扉体																																					
	操作制御設備																																					
建築工事																																						

図-5 工程表

図-4に今回問題となった2号ゲートの土木出来形確認時の測定寸法を示す。これらの値は全て土木側の施工管理基準を満たしているが、機械側の基準値と比較すると、基準値を大幅に逸脱している。

特に幅方向の出来形は最も大きな門柱上部で-26mmと機械工事受注者が想定していた範囲を超えており、現場調整では寸法誤差の吸収が出来なかった。そのため、調整用の部材を工場に持ち帰って再加工するという手戻りが発生してしまった。

本事象は、機械と土木がお互いに施工上の注意点や出来形について情報共有しておけば回避できたものであり、今後の課題となった。

(2) 工程管理

土木工事と機械工事の年度がずれているような事業では別だが、多くの計画では土木工事と機械工事は同時進行で工程を組まれている。

この特性上、機械設備の担当として、現場の作業スペースや工程上での施工時期の摺り合わせを行うことが非常に多い。

本改築事業での土木工事・機械工事・建築工事の工程表を図-5に示す。この工程表から分かるとおり、機械工事の契約前から土木工事の工程は動き始めているため、機械工事は土木工程に配慮した計画の立案を強いられてしまう。そのため、現場での作業が始まる前段階から現地での作業スペースや工程の進捗については調整を行うべきと言えるだろう。

また、建築工事とは作業時期がほぼ同時期かつ作業場所も近く、足場・機器等の配置や搬入時期等が問題になりやすく、特に綿密な調整が必要となる。

樋門工事では川沿いの限られた敷地内で土木工事、機械工事、建築工事等が同時に進行していくため、各々の作業ヤードや工程の干渉が非常に起こりやすく、この問題を根本的に解決することは容易ではない。

この問題に対処するには事業に携わる職員がそれぞれの工程をしっかりと把握し、工程上で衝突が起こりそうな箇所に対しては、早期に調整を行い、業者間での連携を促進する必要がある。

4. おわりに

本稿においては筆者が入省後、初めて担当した榎瀬樋門改築事業での計画及び施工段階での機械と土木の連携の重要性について機械工事の観点から紹介した。

土木構造物の中に設置される機械は、計画段階では事業全体に影響することは無いものだと感じていたが、機械配置計画の見直し等、ちょっとした工夫により施設の完成形やコストに大きな影響が発生することを痛感した。

また、施工段階の連携では機械の施工管理基準のみを把握しているだけでは対処しきれないことがある。特に、土木と機械で求められている出来形精度が異なることを理解し、施工管理基準に規程のない部分についても一層の注意をしていかななくてはならない。

工程に関して、このような複数種の工事が同時に施工されるような現場においては、全体像を把握することが非常に困難であり、工事発注前から全体的な見通しを持った工程を考えておかなければならないと感じた。

工事内では、事前に調整を行っていればお互いに良い影響を及ぼす事の出来る工夫や連携があるが、連携が不十分だった場合には工程の衝突や、手戻りが発生する可能性もある。

筆者は今回の事業を通して、工事の施工を行う上で「知識の幅広さ」が必要であると考えた。自身の担当である範囲の知識のみに囚われず、他工種の知識を含めた広く浅い知識を身につけ、その知識を深めていくことこそが、技術者としての我々に求められている入門事項ではないだろうか。

参考文献

- ・吉野川百年史（建設省四国地方建設局 徳島工事事務所）
- ・ダム・堰施設検査要領(案)（同解説）（社団法人ダム・堰施設技術協会）