

津波対策水門に関するハイブリッド構造の適用について

国土交通省 近畿地方整備局 和歌山港湾事務所 福田 恵太、上中 一弘
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○河平 幹雄、高野 和成

1. はじめに

近い将来に発生が予測されている南海トラフ地震が発生した場合に、津波による甚大な被害が危惧されている。そこで、人命や財産を守るための防潮堤や水門の整備が進められている。

このうち本稿では、津波対策水門に関するハイブリッド構造の適用について検討を行った事例について報告するものである。

2. 現場利用環境条件を考慮した水門構造形式

水門構造形式は、常時におけるゲート下の船舶の通航を確保することや地震時の津波による外力に対して水門としての機能を保持できること、停電時でも確実に閉鎖できること等から、引上式構造ローラゲートを採用した(写真-1 参照)。また、津波対策において最も重要となるのは、津波襲来までにゲートを全閉することである。本地区では、最短で地震発生後 39 分で津波が到達する予測がされているため、自重降下により約 10 分間で全閉可能な構造とした。

水門計画位置は砂礫層 (Ag 層) 及び基盤岩である三波川帯泥質片岩 (Ps 層) により構成された地層が分布していた。施工基面には、三波川帯泥質片岩 (Ps 層) が分布していたため、水門の基礎形式は直接基礎を選定した。



写真-1 水門の完成イメージ

3. 水門土木構造のハイブリッド構造の適用検討

3.1 目的

一般的に、水門の構築は仮締切を整備したうえでドライ施工により水門整備を実施する。本計画位置

で仮締切を整備することになれば、自立高が 9m 程度のため、鋼管矢板切梁形式となる。さらに、鋼管矢板の打設は岩盤削孔が必要なため、仮締切工の費用の高騰が懸念された。そこで、水門土木構造は工場で堰柱と底版を製作し、現地での鉄筋組立及び型枠組立・解体の工程が省略可能かつ仮締切不要の工法である 2 次製品による据付の可能性を検討した。

3.2 土木構造形式の抽出

水門土木構造として考えられる仮締切が不要な 2 次製品として、ハイブリッド構造、鉄筋コンクリート構造、プレストレスコンクリート構造を抽出した。

ハイブリッド構造は、外側の鉄筋コンクリートと内側の鋼板を組み合わせた合成版であり、鋼板とコンクリートの間にスタッドを配置して異なる構造物の一体化を図った構造である。本体は、工場で製作したものを施工箇所へ曳航して沈設する(図-1 参照)。

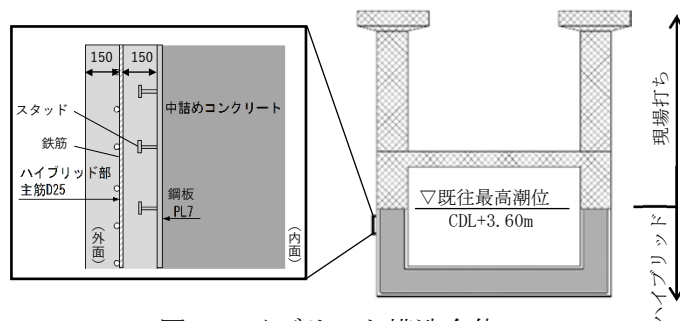


図-1 ハイブリッド構造全体

鉄筋コンクリート構造はハイブリッド構造と同様に陸地で鉄筋コンクリート構造物を構築する構造であり、現場(水域)作業の省力化が期待できる。ただし、現場付近で広大な製作ヤードが必要になることや、ハイブリッド構造より重量が重いため、施工重機の規模が大きく、輸送や据付が高価となる懸念があった。

プレストレスコンクリート構造は、ハイブリッド構造と同様に陸地で鉄筋コンクリート構造物を構築する構造であり、現場(水域)作業の省力化が期待できる。ただし、橋桁と異なり地震時の挙動が複雑で

キーワード：ハイブリッド構造、引上式構造ローラゲート、中詰めコンクリート

あることや、縦締め工法が確立されていないことから技術的に困難であると判断した。

一般的な現場打ちコンクリート構造と前述のハイブリッド構造及び鉄筋コンクリート構造を比較した結果、工場内での製作になるため外部環境による影響が限定的であり品質に優れる、製作ヤードを確保する必要がない、施工性においても優位である、等の特徴を有するハイブリッド構造を採用した。

表-1 構造形式比較

	現場打ち コンクリート	2次製品	
		ハイブリッド構造	鉄筋コンクリート構造
重量	—	1200t	1400t
費用	1.09	1.00	1.01
評価		○(安価)	

3.3 ハイブリッド構造の範囲

ハイブリッド構造の範囲は、極力狭くすることにより、製作する工場からの搬入費用及び据付費用を抑制することができる。そこで、据付後の中詰コンクリートが安全に打設できるように、ハイブリッド構造の上端高を既往最高潮位のCDL+3.60mとした。

4. 構造照査方法

4.1 全体照査方法

水門本体構造として現場打ちコンクリートと同様に、レベル1地震動に対して、健全性を損なわない性能を確保した。また、レベル2地震動に対して、外力作用後においても水門としての機能を保持する性能を確保した。なお、ハイブリッド構造内部の鋼板は鉄筋換算した上で、部材設定し構造解析を行った。

4.2 ハイブリッド部の照査方法

ハイブリッド部の照査は、施工時と完成後の2ケースで設計を行った。施工時の照査として、ハイブリッド沈設時及び中詰めコンクリート打設時について、終局限界状態と使用限界状態に対し、安全性を照査した。

5. ハイブリッド水門の施工計画

5.1 輸送方法

工場製作場所から現地までの輸送方法としては、台船輸送と浮遊輸送がある。浮遊輸送は、現地での据付時に大型の起重機船が不要であるが、輸送時に浮遊物等による破損の恐れがあるため、台船輸送を

選定した。

5.2 据付方法

ハイブリッド水門を搭載した台船(6000t積)を据付位置近傍の栈橋に接岸し、固定式起重機船(2200t吊り)でハイブリッド水門を吊り上げ、着水させる。着水後、旋回式起重機船(600t)にて浮遊状態で計画位置付近に曳航する。据付の詳細な位置出しは、堰柱上部四隅に設置したワイヤーウインチで調整する。所定の位置に据え付けた後、底版部にポンプで注水することで、自重により着底させる計画とした。

また、ハイブリッド水門据付後、水門躯体立ち上がりまでの足場を設置し、ハイブリッド上部が現場打ちコンクリートで構築可能な計画とした。

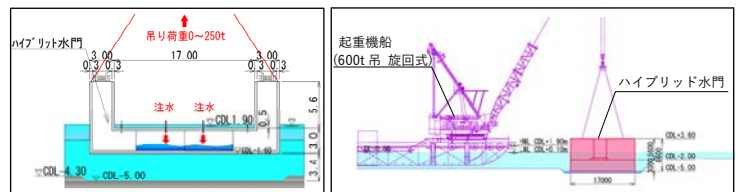


図-2 ポンプ注水時

図-3 着底時

6. おわりに

南海トラフ地震や首都直下地震が切迫するなか、社会資本整備も速やかに進めていく必要がある。本計画のようにハイブリッド構造を採用することで、仮締切を不要にし、工期短縮や経済性の向上が図れた。また、現場打ちで施工した場合に必要な鉄筋組立や型枠設置等の現場作業を省くことによる省人化や工場製作のため高品質である等のメリットもある。

さらに、起重機船の大型化により、本水門より大規模な水門でも施工は可能である。

以上から、ハイブリッド構造の採用の可否について検討する必要がある。

参考文献

- 1) ハイブリッドケーソン設計マニュアル,平成11年6月