

## 離島沿岸部における雨水きよの実施設計

株式会社日水コン 下水道事業部 西部計画管路部 技術第二課 上山 雄大

離島沿岸部における雨水きよの設計にあたっては、塩害対策、狭隘な道幅での施工、施工機材の海上運搬等を考慮する必要がある。この中で塩害対策については、道路土工カルバート工指針、道路橋示方書等の中で、ボックスカルバートの部材厚を増加させる方法が対策工法として示されているが、個別の検討事項が多岐にわたる。

本稿では、離島沿岸部における雨水きよ（ボックスカルバート）の設計事例を報告する。

**Key Words** : 離島沿岸部、ボックスカルバート、横引き工法、塩害対策

### 1. はじめに

#### (1) 業務の目的と背景

本稿では、S 町の離島沿岸部における雨水渠の実施設計の事例を紹介する。

S 町では、町の中心部において 3 箇所の都市下水路が整備されており、浸水対策に一定の効果をあげてきた。しかしながら、近年、水路の流下能力不足や高潮対策ポンプの能力不足等により、低地部や臨海部での浸水が発生しており、都市下水路区域以外の雨水整備の必要性が高まっている。設計対象地区は、港に面した臨海地域となっており、水門・樋門等が多数整備されている。また、高潮位時に内水を強制排水するためのポンプ場やポンプゲートなども整備されている。

S 町では、令和元年度に雨水管理総合計画を策定しており、本設計対象路線の雨水渠は、雨水管理総合計画の当面对策に位置付けられている。

#### (2) 業務内容

(3) 本業務の設計条件項目を表 1 に示す。

本業務は、流下能力が不足している既設水路から、下流部に位置する既設雨水渠へのバイパス管（雨水渠□1,100mm×1,100mm、L=180m）の詳細設計業務である。

表 1 設計条件項目表

項目	設計条件
管径	□1,100mm×1,100mm
工法	開削工法
延長	L=180m
施工法等の比較	布設工法の比較
	ボックスカルバートの種類別比較
耐震設計	レベル1、レベル2地震動

### 2. 施設計画

本業務では、バイパス管布設予定道路の狭隘な幅員、分水方式、ボックスカルバートの種類別比較、布設工法、塩害対策に着目して検討を行った。

(1) 平面縦断計画

設計対象路線を布設する道路幅は、約 3m 程度と狭隘な道路となっている。

既設水路からの分水は、横越流堰方式とし（検討結果は後述）、分水施設の平面位置は既設水路の真横に並列する位置とした。また、図 2 に示す分水施設 508a-1 については、雨水管理総合計画の将来計画に位置付けられている 508a 路線の接続が計画されているため、その接続に支障とならない位置とした。

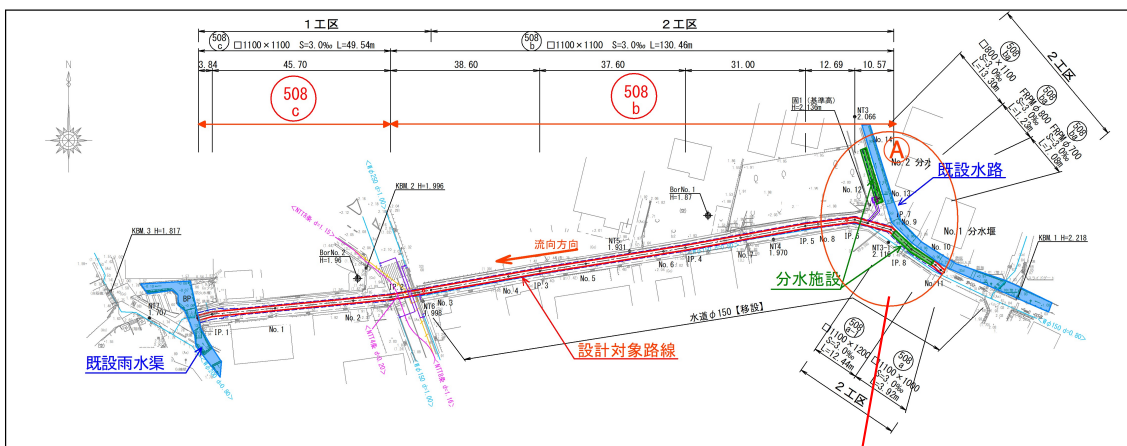


図 1 平面図

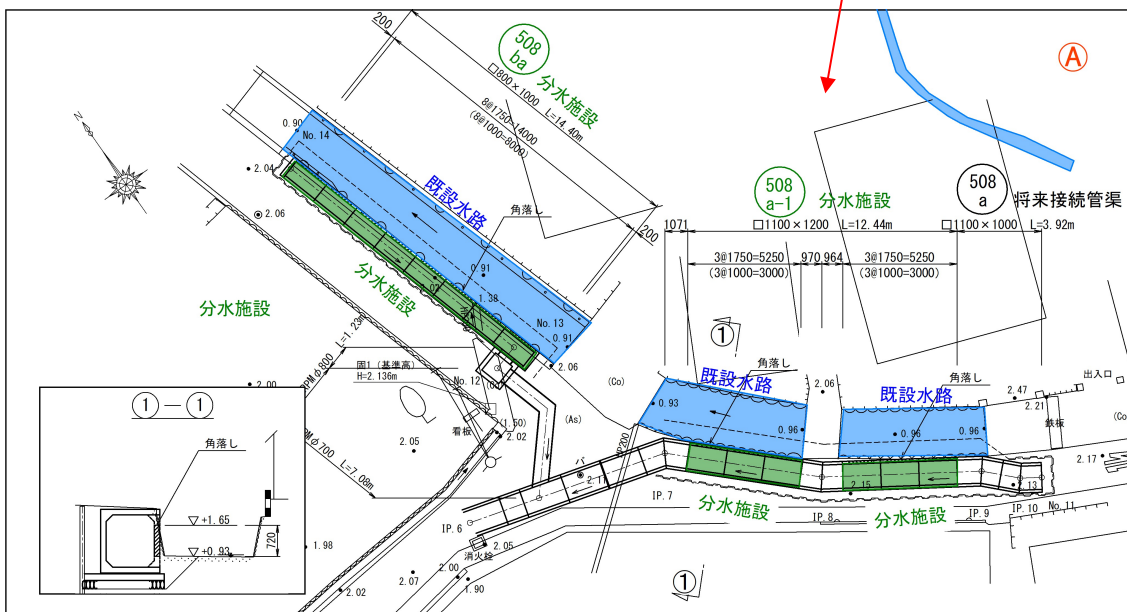


図 2 ①部詳細図

縦断計画は、将来接続管 508a の管底高 (T.P.+0.730m) と、放流地点の既設雨水渠の水路底高 (T.P.-0.090m) に接続可能な高さとした。

また、土被りは約 0.3~0.6m となっているが、採用布設工法である横引き工法の必要支保工スペースと覆工板厚 0.2m を考慮すると、必要土被りは 0.4m 以上となる。このため、局所的に土被りが不足する箇所は、施工時に地盤高を嵩上げし、覆工板を現況道路に擦り付ける計画とした。

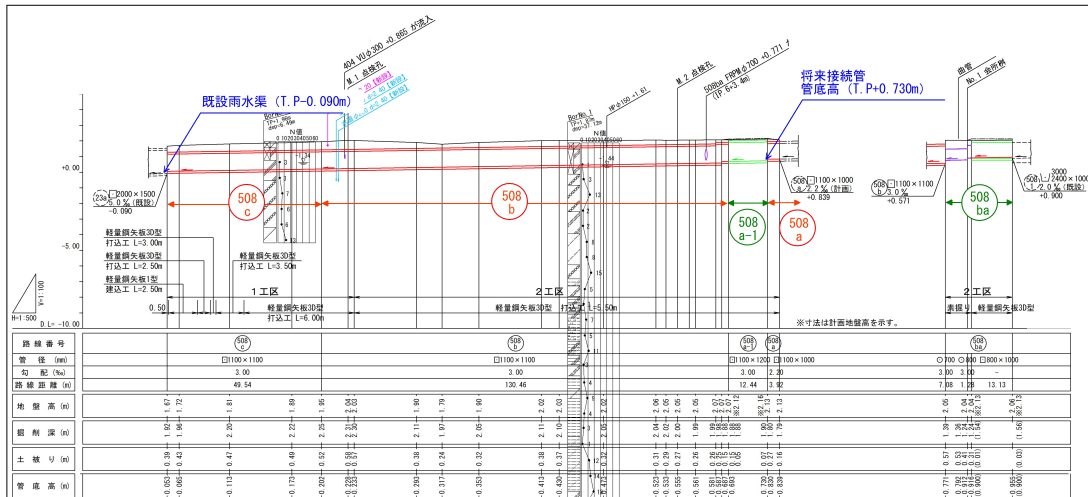


図 3 縦断面図

(2) 分水方式の検討

図 4 に全体計画時の設計対象路線前後の流量分配概略図を示す。海域に接続する既設水路は、放流先である海域から潮位による背水影響を受けるため、晴天時であっても水路内の水位が上昇する。そのため、本設計では、降雨時に既設水路の管渠能力以上に水位が上昇した場合に、その超過分をバイパス管へ分水する計画とした。

また、晴天時に潮位の影響で上昇した排水が新規バイパス管に流入しない構造とするため、本業務では分水方式をオリフィス方式から横越流方式に見直した。見直しに際しては、分水を横越流方式とした場合のシミュレーションを行い、機能面で支障がないことを確認した。

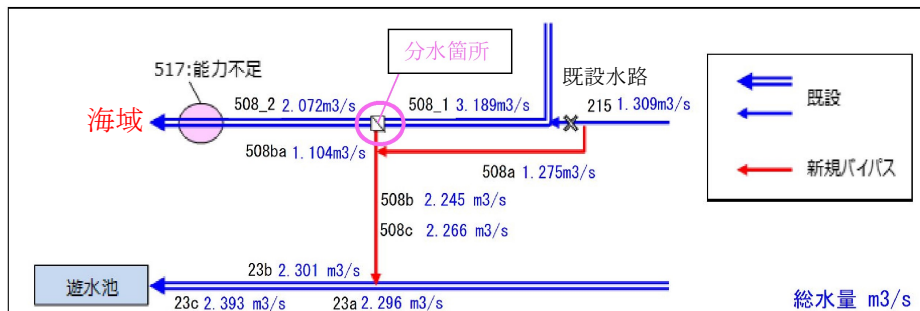


図 4 流量分配概略図

シミュレーションの実施にあたっては、以下の事項に着目した。

①対象水路の中で最も能力不足が大きい箇所（管番号 517）の溢水の解消

→管番号 517 地点の溢水状況の確認

②バイパスの受入れ先である、遊水池での能力確認

→遊水池最低地盤高地点の溢水状況の確認

表 2 にシミュレーション結果の概要を示す。

シミュレーションの結果、分水施設を横越流堰方式とした場合でも、管番号 517、遊水池共に溢水は確認されなかったことから、分水方式見直しによる影響はないと判断し、分水方式は横越流方式とした。

### (3) 堰長の検討

上述の分水方式の検討から、本設計の分水施設の分水方式は、横越流堰方式とした。なお、分水施設設置箇所にはスラブがあり、フランシス公式から算出した必要堰長である 16m を確保することが困難であった。そこで、スラブがかかっている区間長 14m（図 5 参照）で再度シミュレーションを行ったところ、堰長 16m 時のシミュレーション結果と大きく変わらなかったことから、分水施設の堰長は 14m とした。

表 2 シミュレーション結果の概要

全体計画		
項目	分水構造変更前	分水構造変更後
分水構造	オフィス	堰による横越流
	断面 □800×800mm	堰高：0.72m 堰長：16.0m
バイパス管	□1,200×1,100mm	□1,100×1,100mm
管番号：517	GL=1.81 (T.P.m)	
ピーク水位	1.30 (T.P.m)	1.28 (T.P.m)
溢水状況	溢水なし	溢水なし
遊水池	GL=1.64 (T.P.m) ※最低地盤高	
ピーク水位	1.09 (T.P.m)	1.00 (T.P.m)
溢水状況	溢水なし	溢水なし

当面对策		
項目	分水構造変更前	分水構造変更後
分水構造	オフィス	堰による横越流
	断面 □800×800mm	堰高：0.72m 堰長：16.0m
バイパス管	□1,200×1,100mm	□1,100×1,100mm
管番号：517	GL=1.81 (T.P.m)	
ピーク水位	1.31 (T.P.m)	1.37 (T.P.m)
溢水状況	溢水なし	溢水なし
遊水池	GL=1.64 (T.P.m) ※最低地盤高	
ピーク水位	0.87 (T.P.m)	0.93 (T.P.m)
溢水状況	溢水なし	溢水なし

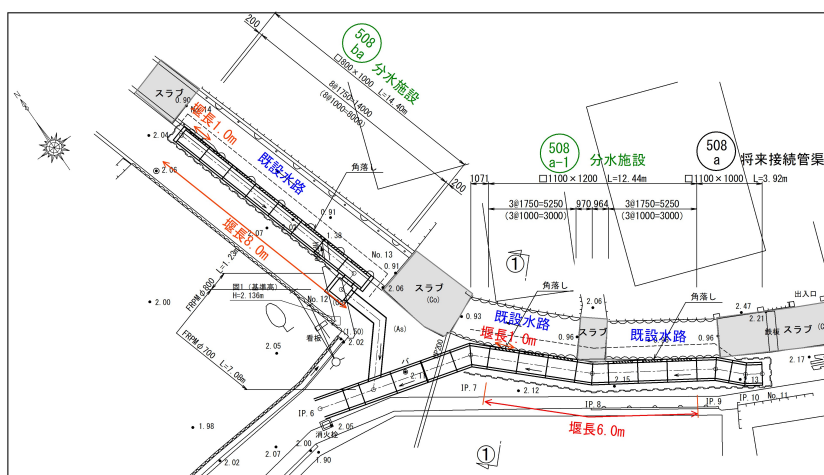


図 5 分水施設配置計画図

### (4) 分水施設計画

分水施設の構造は、図 6 に示すとおり 2 次製品のボックスカルバートに開口を設け、開口内に堰を設置する構造とした。分水施設を現場打ちとするケースについては、既設水路の縮小が生じること、ボックスカルバートの天端が現況地盤高からせり出してしまうこと、また、後述する

耐塩害コンクリート用混和剤の現場打ちボックスカルバートの施工事例がないことから不採用とした。

分水施設（管番号 508a-1）は、堰高（720mm）および越流水深（230mm）以上の確保が可能であり、かつ、下流側のバイパス管に接続可能な断面とし、□1,100mm×1,200mm とした。

分水施設（管番号 508ba）は、堰高（720mm）および越流水深（230mm）の確保が可能であり、維持管理のために人の出入りがあることを想定し、□800mm×1,000mm とした。

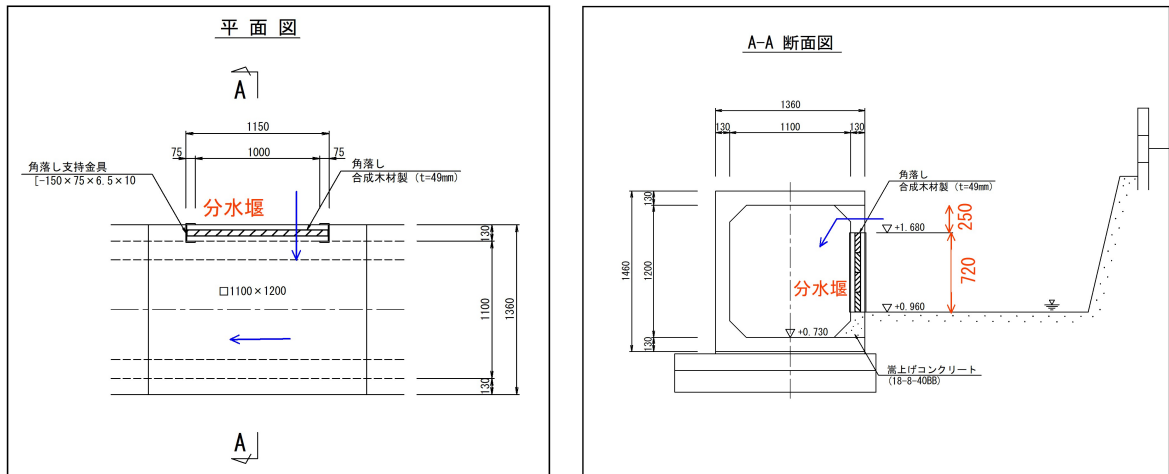


図 6 分水施設構造（管番号 508a-1）

(5) ボックスカルバートの部材検討（塩害対策）

本設計対象路線は、放流先が海水を含んだ遊水池となっており、逆流した海水がボックスカルバート内に流入することが考えられる。そのため、本設計においてはボックスカルバートの塩害対策を検討する必要があった。

ボックスカルバートの塩害対策としては、エポキシ樹脂被覆鉄筋の使用、ボックスカルバート部材厚の増加、耐塩害コンクリート用混和剤の使用が考えられる。本設計では、上記の塩害対策について、検討を行った。

① エポキシ樹脂被覆鉄筋の使用およびボックスカルバートの部材厚の増加

ボックスカルバート部材厚の増加については、道路土工カルバート工指針に準拠して対策区分を設定した（表 3）。設定した鉄筋かぶり値を表 4 に示す。ボックスカルバートは地下構造物であり、指針に準拠するとボックスの外表面は直接外気に接することがないため、対策区分Ⅲに該当する。一方、管内は常に満管状態ではなく、外気に接する箇所が存在し、飛沫等の影響を受けると考えられるため、内面については対策区分を S に設定した。また、対策区分 S に該当する場合、部材厚の増加と塗装鉄筋の併用が必要であることから、部材厚増加（鉄筋被り：58mm(内面)、

表 3 対策区分の設定

地域区分	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分	
			対策区分	影響度合い
A	沖縄県	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい
		100m をこえて 300m まで	I	影響を受ける
		上記以外の範囲	Ⅱ	
B	図 5-1 及び表 5-2 に示す地域	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい
		100m をこえて 300m まで	I	
		300m をこえて 500m まで	Ⅱ	影響を受ける
		500m をこえて 700m まで	Ⅲ	
C	上記以外の地域	海上部及び海岸線から 20m まで	S	影響が激しい
		20m をこえて 50m まで	I	
		50m をこえて 100m まで	Ⅱ	影響を受ける
		100m をこえて 200m まで	Ⅲ	

表 4 部材厚増加時の鉄筋かぶり（mm）

塩害の影響度合い	対策区分	道路土工カルバート工指針（※1）	
		直接外気に接する内面	常に水中又は土中
影響が激しい	S	90(58)※2	50(32)
	I	90(58)	50(32)
影響を受ける	Ⅱ	70(45)	50(32)
	Ⅲ	50(32)	50(32) 外面

※1：工場製品の低減を考慮した値を（）内に記載。（コンクリート強度による低減：0.8倍、工場製品に対する低減0.8倍）

※2：塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装等を併用。

※3：道路土工より、常に水中または土中にある場合、対策区分Ⅲとみなす。

32mm(外面) の場合は、エポキシ樹脂被覆鉄筋の使用を併用する方針とし、比較検討を行った。

② 耐塩害コンクリート用混和剤の使用

S 町への適応実績の多い「クロロガード (CG)」を使用するものとして比較検討を行った。CG 混和時のボックスカルバートの部材厚は、クロロガード工業会の規定に則りコンクリート標準示方書の「塩害環境下における鋼材腐食に対する照査」に従い設定し、標準ボックスカルバートと同様の 130mm とした。

③ 検討結果

検討の結果、ボックスカルバートの塩害対策は、CG を使用した場合の方が部材厚を増加するよりも安価 (表 5 参照) となることから、CG を混和した部材を採用した。

3. ボックスカルバート施工方法の検討

ボックスカルバートの施工方法については、布設予定道路が狭隘であること、S 町内での施工実績等の理由から、横引き工法を選定した。

本設計において比較した横引き工法は、S 町での実績から 7 工法について検討し、CG を使用したボックスカルバートの適応可否、施工性から表 5 に示す 4 工法で比較した。横引き工法の選定にあたっては、経済性による評価を行った。

比較検討の結果、4 工法の中で最も経済的であったリフトローラー工法 (使用部材: IB 可とうボックスカルバート(+CG)) を採用した。

表 5 ボックスカルバート施工方法の比較表

名称	スライダ工法		ハイバールフト工法		エアキャスター工法		リフトローラー工法		
	スライダ工法は、基礎コンクリートに埋め込んだガイドアングル上を、けん引機械を用い、製品を滑らせて据付ける工法である。	ハイバールフト工法は、ハイバールフトトラックレーン等でコンクリート製品の据付けが困難な (建物が近接している等) 狭い箇所や高架下、電線下等での施工を可能にし、従来の横引き工法に比べ施工性、経済性に優れた工法である。	空気圧および空気線を利用して搬送・据付けを行なうエアキャスターという名称の搬送装置を用いプレキャスト部材を目的地まで浮上させた状態で搬送し、据付けを行なう工法である。	コンクリート製品搬送据付け装置「リフトローラー」により据付け場所の狭い所 (電線下や仮設道路の通れない所、道路・鉄道の高架下等) でのコンクリート製品の搬送から据付けまでを行う工法である					
工法概要									
耐震継手の仕様・防食仕様 CG: クロロガード	SJ (※1)+CG	SJ (部材厚増加)	SJ (※1)+CG	SJ (部材厚増加)	SJ (※1)+CG	SJ (部材厚増加)	IB (※1)+CG	DCJ (※1)+CG	DCJ (※1) (部材厚増加)
必要掘削余裕幅 (片側) (外径と土留め材の離隔)	10cm以上		10cm以上		10cm以上		10cm以上		
ボックスカルバート 部材 費 (円/m)	153,900	209,050	153,900	209,050	153,900	209,050	123,000	144,500	286,650
施工費※2 (円/m)	44,392		47,175		36,054		29,552	18,908	
直接工事費 (円/m)	198,292	253,442	201,075	256,225	189,954	245,104	152,552	163,408	305,840
直接工事費 (千円/180m)	<b>33,908</b>	<b>43,339</b>	<b>34,384</b>	<b>43,814</b>	<b>32,482</b>	<b>41,913</b>	<b>26,086</b>	<b>27,943</b>	<b>52,299</b>
経済性による評価	○	△	○	△	○	△	◎	○	△
総合評価	○	△	○	△	○	△	◎	○	△

※1 SJ: SJボックスカルバート  
IB: IBボックスカルバート  
DCJ: DCJボックスカルバート

※2 運搬費込

4. まとめ

本稿では、離島沿岸部における雨水渠の設計業務の事例を紹介した。

本設計対象箇所は沿岸部となり、海域から潮位による背水影響を受けることから、塩害対策を考慮した雨水渠の設計が必要であった。塩害対策を必要とする場合、布設工法の選定、経済性に影響を及ぼすことに留意する必要がある。