

インドネシア国
公共事業省／南スラウェシ州

インドネシア国
プレキャスト雨水貯留施設導入に係る
普及・実証事業
業務完了報告書

2022年2月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社ヤマウ

民連
JR
22-010

目次

写真	ii
略語表	vii
地図	ix
図表番号	x
案件概要	xii
要約	xiii
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	3
2. 普及・実証事業の概要	7
(1) 事業の目的	7
(2) 期待される成果	7
(3) 事業の実施方法・作業工程	9
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	19
(5) 事業実施体制	25
(6) 事業実施国政府機関の概要	26
3. 普及・実証事業の実績	29
(1) 活動項目毎の結果	29
(2) 事業目的の達成状況	87
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	87
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	88
(5) 環境社会配慮（※）	88
(6) ジェンダー配慮（※）	88
(7) 貧困削減（※）	88
(8) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	89
(9) 今後の課題と対応策	89
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	91
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	91
(2) 想定されるリスクと対応	91
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果	91
(4) 事業から得られた教訓と提言	91
参考文献	92
添付資料	93

写真

2018年10月撮影



【第3回渡航 SESAME II 設置】



【第3回渡航 SESAME II 設置】



【第3回渡航 SESAME 設置完了(道路側)】



【第3回渡航 左:カメラ 右:雨量計】

2019年2月撮影



【第6回渡航 生コン試験練り】



【第6回渡航 鉄筋組立加工状況】

2019年2月撮影



【第6回渡航 型組み状況】



【第6回渡航 頂版スラブ打設状況】



【第6回渡航 製造ヤード全景】



【第6回渡航 圧縮強度試験】

2019年4月撮影



【第6回渡航 製品ストック状況】



【第6回渡航 製品ストック状況】

2019年5月撮影



【第9回渡航 着工前】

2019年6月撮影



【第9回渡航 床付完了】

2019年6月撮影



【第9回渡航 基礎碎石完了】



【第9回渡航 均しコンクリート打設完了】

2019年7月撮影



【第9回渡航 プレキャスト搬入】



【第9回渡航 プレキャスト据付状況】

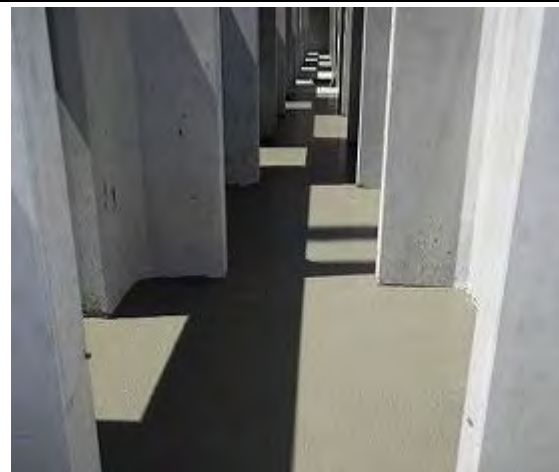
2019年7月撮影



【第9回渡航 フレキャスト壁部据付状況】



【第9回渡航 底版コンクリート打設状況】



【第9回渡航 底版コンクリート打設完了】



【第9回渡航 スラブ据付状況】

2019年7月撮影



【第9回渡航 フレキャスト据付完了】

2019年8月撮影



【第12回渡航 マンテンスホール打設完了】

2019 年 8 月 攝影



【第 12 回渡航 流入水路打設完了】



【第 12 回渡航 流入水路打設完了】



【第 12 回渡航 排水設備設置完了】



【第 12 回渡航 排水設備設置完了】



【第 12 回渡航 復旧完了】



【第 12 回渡航 復旧完了】

略語表

略語表記	尼語／英語表記	日本語訳
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal	投資調整庁
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatology, dan Geofisika	インドネシア気象気候地球物理庁
C-BEST	Capacity Building in Engineering, Science and Technology	連携基盤強化プロジェクト
CCTV	Closed-Circuit Television	監視カメラ
DLH	Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Makassar	マカッサル市環境局
ISIS	Islamic State of Iraq and Syria	イスラム国
IMB	Izin Mendirikan Bangunan	建物建設許可
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KITAS	Kartu Izin Tinggal Sementara	暫時居住許可証
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
NDA	Non Disclosure Agreement	秘密保持契約
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OEM	Original Equipment Manufacturer	相手先ブランド名製造
OJT	On-The-Job Training	オン・ザ・ジョブ・トレーニング
PCa	Precast Concrete Product	プレキャストコンクリート製品
PSDA	Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air	水資源監理局
PU	Ministry of Public Works	公共事業省
PUPR	Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・公共住宅局
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah	国家中期開発計画
RTSP	Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (PTSP) Kota Makassar	マカッサル市投資調整/ワンストップサービス局

SESAME	Sensory data transmission Service Assisted by Midori Engineering Lab.	(株)みどり工学研究所によるフィールドデータ転送サービス
SDA	Direktorat Jenderal Sumber Daya Air	水資源局
UKL/UPL	Upaya Kelola Lingkungan/ Upaya Pengelolaan Lingkungan	環境管理監督活動

地図



(出典：ウィキペディア)



(出典：白地図より提案企業作成)

図表番号

表 1	提案製品の競合他社製品との比較	4
表 2	提案製品の販売実績表	5
表 3	成果・確認方法項目	7
表 4	項目・作業内容	9
表 5	項目・作業内容	10
表 6	項目・作業内容	11
表 7	項目・作業内容	12
表 8	項目・作業内容	13
表 9	想定リスク一覧表	14
表 10	ビジネス展開立案・具体的内容	14
表 11	資機材リスト	25
表 12	付属品リスト	30
表 13	現地施工会社のリスト	38
表 14	概略設計と詳細設計の比較	60
表 15	観測降水量の統計値	62
表 16	落葉のための構造的な対策案	76
表 17	日本国の技術基準	78
表 18	雨水貯留槽マニュアルの構成	79
表 19	概略設計時の目次構成より追加した項目および概要	79
表 20	マニュアル 1 章の目次構成（水文・水理）	81
表 21	マニュアル 5 章の目次構成（維持管理）	82
表 22	都市類型に基づく確率年	83
表 23	排水量毎のポンプ台数の関係	85
図 1	事業実施体制の全体図	26
図 2	インドネシア国の行政機関全体図	26
図 3	現場設置工事の平面図	42
図 4	プレキャスト雨水貯留槽の部材設置図	47
図 5	配筋図 タイ A・B・C・D	48
図 6	鉄筋ミルシート	48
図 7	30N/mm ² 示方配合	49
図 8	流入水路設計図面	53
図 9	州知事公舎前水路の水位(10 分間隔)	58
図 10	時間当たり降雨量(10 分間隔)	59
図 11	時間当たり降雨量(10 分間隔)	59

図 12	SESAME 観測地点と BMKG 観測所の位置関係	62
図 13	月別降水量の比較およびダブルマスカーブ	62
図 14	BMKG-97182 と Panakkukang のダブルマスカーブ	63
図 15	閾値到達前降水量と流水の関係	64
図 16	総降水量と流水の関係	65
図 17	降雨継続時間と流水の関係	66
図 18	降雨と越水継続時間の関係	67
図 19	集団から逸脱する降雨イベントのハイドログラフ	67
図 20	降雨と越水継続時間の関係（補正後）	68
図 21	総降雨量と流入率の関係	68

インドネシア国

プレキャスト雨水貯留施設導入に係る普及・実証事業
株式会社ヤマウ(福岡県)

インドネシア国の開発ニーズ

- ▶ 地方開発及び洪水対策
- ▶ 雨水排水施設の整備
- ▶ 汚水浸水による伝染病蔓延等の衛生問題の解決
- ▶ 施工期間の長期化による交通渋滞問題の解決
- ▶ 付帯設備の費用発生や計画遅延問題の解決

普及・実証事業の内容

- ▶ プレキャスト雨水貯留槽設置を州知事公舎内敷地に設置
- ▶ 設置前後の状況分析
- ▶ 本邦受入活動を実施
- ▶ 南スラウェシ州水資源局に施設の運営・維持管理手法を指導
- ▶ インドネシア国内4箇所を普及啓発セミナーを実施
- ▶ 市場分析から将来的な事業計画を立案

提案企業の技術・製品



製品・技術名

製品名:
アグアポンドS
(高品質、高寿命、高耐久な施工性に優れるプレキャスト雨水貯留槽)

技術名:
プレキャスト雨水貯留槽

事業概要

相手国実施機関:
公共事業省/南スラウェシ州

事業期間:
2018年5月～2021年1月

事業サイト:
南スラウェシ州マカッサル市

インドネシア国側に見込まれる成果

- ▶ プレキャスト雨水貯留槽の整備による洪水対策及び衛生向上
- ▶ 施工期間短縮による交通渋滞緩和及びコスト含めた施工管理の確立
- ▶ 雨水貯留槽の継続的な運営・維持管理に必要な知識や技術の習得

日本企業側の成果

- 現状**
- ▶ 案件化調査事業を通じてプレキャスト雨水貯留槽の市場性を確認
 - ▶ 現地企業との連携を確立
- 今後**
- ▶ 南スラウェシ州マカッサル市におけるプレキャスト雨水貯留槽の優位性確立及び技術移転
 - ▶ マカッサル市における雨水貯留槽のビジネスモデル確立によるインドネシア全土への普及・事業展開

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	プレキャスト雨水貯留施設導入に係る普及・実証事業 (Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Introduction of “Precast Rain Water Storage”)
事業実施地	インドネシア国 南スラウェシ州 マカッサル市
相手国	インドネシア国
政府関係機関	公共事業・国民住宅省／南スラウェシ州
事業実施期間	2018年6月～2022年2月
契約金額	149,899,680円(税込)
事業の目的	雨季の頻繁な道路冠水や住宅浸水等の対策として、プレキャスト雨水貯留施設の有用性及び優位性が実証されるとともに、プレキャスト雨水貯留施設を普及するための方法と課題が整理される。
事業の実施方針	<p>プレキャスト雨水貯留槽を州知事公舎敷地内に設置して設置前後の状況分析を行い、州知事公舎前道路の冠水減少による交通渋滞の軽減および現場打ちコンクリートで築造した場合との工期やコスト比較により、プレキャスト雨水貯留施設の有用性及び優位性を経済性、浸水対策事業及びビジネス展開の実現性の観点から実証する。また、自国の水害の現状分析及び課題解決における今後の取組みへの動機付けとともに、雨水貯留槽の活用と運営・維持管理についての知識を修得してもらうため、本邦受入活動を実施するとともに、南スラウェシ州水資源局に施設の運営・維持管理手法を指導する。この南スラウェシ州のプレキャスト雨水貯留施設を水害・浸水対策のモデルケースとして、インドネシア国内4箇所で開催セミナーを実施、市場分析から将来的な事業計画を立案する。期待される成果は以下の通り。</p> <p>成果①プレキャスト雨水貯留槽が設置される。</p> <p>成果②プレキャスト雨水貯留槽の有用性及び優位性が、実証される。</p> <p>成果③プレキャスト雨水貯留槽の継続的な運営・維持管理に必要な知識や技術が、南スラウェシ州水資源局に移転される。</p> <p>成果④インドネシア国内におけるプレキャスト雨水貯留槽の市場分析を基に普及展開計画が策定される。</p>

実績	<p>1 実証・普及活動</p> <p>(1) プレキャスト雨水貯留槽設置に係る各種手続 環境管理監督活動 UKL/UPL (Upaya Kelola Lingkungan/Upaya pengelolaan Lingkungan) および建物建設許可 IMB (Izin Mendirikan Bangunan) 申請と環境調査のため、現地再委託としてコンサルタント会社と 2018 年 12 月業務委託契約を締結した。工事に関する環境影響を調査し、結果報告および申請手続きを行なった。マカッサル市政府の審査の結果、環境管理監督活動許可 UKL/UPL は 2019 年 5 月、建物建設許可 IMB は 2019 年 4 月それぞれ認可され許可証が交付された。</p> <p>(2) プレキャスト雨水貯留槽の製造 現地プレキャスト製品メーカーと製造業務委託契約を 2018 年 11 月締結。マカッサル工場にて、プリプロダクションから本生産へ移行し、設計数量を所定の期間内で製造完了した。</p> <p>(3) プレキャスト雨水貯留槽を州知事公舎敷地内に設置する。 現地施工会社と工事委託契約を 2019 年 4 月、現地施工管理コンサル会社と業務委託契約を 2019 年 3 月にそれぞれ締結した。着工に先立ち、工事の安全と伐採予定の木々が“神聖な樹木” に当たることから、祈禱師による安全祈願を実施した。準備工から着工、当初計画していた所定の期間内で工事を完了した。</p> <p>(4) プレキャスト雨水貯留槽の設置前後の状況分析を行うため、雨量計及び水位計を設置しデータを収集する。 観測機器 SESAME (フィールドデータ転送システム) 設置及び観測データ収集に係る業務委託契約を本邦観測機器メーカーと 2018 年 8 月契約を締結した。プレキャスト雨水貯留槽の設置効果を検証するため、貯留槽設置前後の単位時間当たりの降雨量、州知事公舎前水路の水位 (WL1)、貯留槽内水位 (WL2) を測定する。また同時刻の現場状況を把握するために、道路/水路の撮影を行った。観測機器は 2018 年 10 月に州知事公舎敷地内に設置、11 月からは現地で測定したデータや写真をウェブサイトで確認、データ収集し降雨量と浸水の関係性を分析した。</p> <p>(5) 南スラウェシ州水資源局がプレキャスト雨水貯留槽の継続的安定運用のために、施設及び付属装置の運用・管理マニュアルを 2019 年 9 月作成した。</p> <p>(6) 南スラウェシ州水資源局および一般管理部門職員に対し、施設の運用・維持管理手順を指導する維持管理説明会を 2019 年 10 月実施した。</p>
----	--

	<p>2 ビジネス展開計画</p> <p>普及活動及び市場調査からの国内マーケットを分析した。状況としては、治水・雨水災害対策の全体システムは国家予算に基づき、インドネシア公共事業省の主導の下でいるが、従来から現在まで、その全体システムにおいては、プレキャスト雨水貯留槽が設計（入設）されたという実績はなく、ほとんどは露天の溜池による対応であった。</p> <p>行政権限を地方に移譲する地方分権化が進んでいるというものの、国からのひも付きのインフラ整備予算に依存している構造となっている。そのため普及活動は、インドネシア公共事業省の該当部門の理解とその促進が主なものとなる。</p>
課題	<p>1 実証・普及活動</p> <p>本邦調達資材の輸出に際しては、マカッサル港着から工場搬入までに想定以上に時間を要する結果となった。年末年始にかかり貨物量が増大した事、確認検査に約 2 週間かかった事等、複数の要因が重なった事によるものである。対策としては、資材リストや HS コードの相互確認、現地の通関プロセス（国による独自の体系）を調査及び確認して輸送する事が必要だと考える。</p> <p>インドネシアをはじめ東南アジアの国々では、短時間に集中的に雨が降る。そのため短い間隔での測定や写真撮影が必要となる。短時間で多くの写真を撮影し、そのデータをウェブサイトへ転送すると膨大な通信量となる。対象となる国の通信状況と通信費を確認することで費用対効果を見積り、写真の撮影間隔を考慮するなど、できるだけ効率的な情報入手となるように事前設定を行う。</p> <p>施工業者選定の際の技術評価の内容、また入札における公平性について、インドネシア方式は日本方式と異なっていたために、再入札となった。結果的には、総合評価という形式で落札業者を決定することができた。実際、現地施工業者の登録情報等でのリストアップだけでは、施工業者の技術力等を判断するのは難しい。</p> <p>普及活動において、インドネシア公共事業省による各セミナーへの実質的なサポートは難しいと想定される。今回の事業で製造委託を行った PT. WIJAYA_KARYA_BETON（以下 WIKA BETON）が、各セミナーへのサポートを申し出ているため、ジャカルタ・バンドン・マカッサルでの普及活動は、WIKA BETON の協力を得て実施していくことで調整している。</p> <p>2 ビジネス展開計画</p> <p>現地の委託先である WIKA BETON の製造技術力は、本事業において製造さ</p>

	<p>れた製品の品質から、かなりの評価レベルにあると考えられる。よってビジネス展開は製造工場による進出ではなく、新製品開発に対して、設計開発の技術供与や提携を前提とした現地パートナーとしての協業を検討している。さらに WIKA BETON は製品設置工事を含むコントラクターの分野まで進出していることから、製品設置のノウハウを含めた技術供与が協業内容になると想定される。</p> <p>また普及活動後、インドネシア公共事業省、あるいは予算がある程度潤沢なジャカルタやバンドン等の大都市自治体への営業活動が必要である。ターゲットとする地域やそれらをカバーするだけのパワーを持ったパートナーの選定が課題となる。</p>
事業後の展開	<p>今後のインフラ需要が見込める東南アジア、特に多くの人口を有するインドネシアは大きな市場に発展する可能性があり、市場が未成熟な地域であるため、海外パートナーに対する技術供与によるビジネスを展開する。技術供与による提携を行う場合は、今回製造委託した WIKA BETON と技術供与契約を結び、南スラウェシ州を中心としたマカッサル、ジャカルタ、バンドン地域で事業を展開する。当該事業は、プレキャスト雨水貯留槽の製造技術のみを技術移転するのではなく、設置工事やその後の安定稼働等の技術移転も重要なポイントである。そのため、雨水災害対策の全体システムとして、インドネシア公共事業省での理解と普及を促進するために活動する。</p>

II. 提案企業の概要

企業名	株式会社ヤマウ
企業所在地	福岡県福岡市
設立年月日	1958年2月1日
業種	製造業
主要事業・製品	コンクリート製品の製造・販売並びに施工
資本金	8億円（2020年4月時点）
売上高	23,089百万円（連結）
従業員数	228名（2020年3月31日現在）

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

現在のジョコ大統領は、2014年に就任、国民目線での改革を志向してインフラ整備、社会保障拡充、格差是正等の経済・社会政策を優先、国民に分かりやすく方針を示している。国政経験がなく、少数与党という厳しい状況で政権を立ち上げた。しかし徐々に体制を強化して、国会の3分の2以上が与党勢力とするとともに、2度の内閣改造を経て政治基盤は安定化した。

最近の経済動向では、リーマンショック後の2009年も実質GDP成長率4.6%の伸び率を達成、その後も安定して5~6%の堅調な経済成長を維持している。失業率は、2006年には10%を超えていたが、2016年2月には5.5%まで低下した。ただし、毎年250万人が新規に労働市場に参入すると試算されており、それを吸収する雇用を創出するためには年率6%以上の経済成長が必要との指摘もある。

② 対象分野における開発課題

南スラウェシ州のマカッサル市はインドネシアで5番目に大きい都市であるが、インドネシアの地方都市で特徴的なインフラ整備の遅れにより、雨期には道路冠水や住宅浸水が頻繁に発生するなど、現状の排水路では機能が脆弱であり衛生環境面で課題を抱えている。提案企業は、2011年より、開発途上国の経済発展・産業振興の担い手となる産業上の人材育成を行うため、「外国人技能実習制度」への協力として、インドネシアからの技能実習生の受け入れを開始した。また九州大学は、マカッサル市のハサヌディン大学と親交を持ち、東部インドネシアの持続的な開発についてノウハウを享受している。株式会社ヤマウは、九州大学と連携し、JICAの有償技術支援であるG-BESTリサーチファンドにより、日本とインドネシアのプレキャスト製品の強度等を比較検討する案件を実施し、インドネシアのプレキャスト製品は、製造過程に課題があり、品質が低いことを確認している。以上から、南スラウェシ州マカッサル市において、衛生環境や防災対策などの改善が見込める社会インフラ整備が、早急に必要とされていることが認識された。

マカッサル市の雨季には、月に最大1,000mm程度の雨量があり、降雨に対する社会インフラの脆弱性への対応が課題となっている。常時と冠水時の状況からすると、河川の水質汚濁が著しく、排水施設の整備が不十分であることも相まって、浸水時に汚水が流出することによる伝染病の蔓延などの衛生問題が危惧されている。このような状況のなか、道路冠水、住宅浸水対策として、マカッサル市では「洪水マスタープラン」を策定し、雨水排水施設のインフラ整備に取り組んでいる。現在のマカッサル市の雨水排水施設の整備は、コンクリート現場打ちでの施工を計画しており、長期に渡り、道路の通行止め等の規制を伴うことから、施工期間の渋滞が課題となっている。施工時間のロス、付帯施設の費用等により、不経済な

施工が実施されているとともに、計画と比較して工事進捗の遅れも課題となっている。我が国のインドネシア国への国別援助方針においても、重点分野（中目標）として、さらなる経済成長への支援や不均衡の是正と安全な社会造りへの支援が取り組まれており、「インフラ整備支援」、「地方開発のための防災・災害対策支援」、「高等人材の育成支援」の観点から、マカッサル市における雨水排水施設のインフラ整備は重要な役割を担うこととなる。

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

インドネシアは経済活動がジャワ島・バリ島に集中しているため、政府は国家中期開発計画（RPJMN）2020-2024 において、人材の質と競争力に支えられた様々な地方での競争優位に基づく強固な経済構造の確立を強調するとし、地方開発を重点分野の一つに位置付けている。また洪水や土砂災害等の自然災害が頻発し、毎年多数の被害が出ていることから洪水対策等が課題となっている。

南スラウェシ州マカッサル市及びその周辺地域では、雨水排水施設の整備が不十分なため、雨期には道路冠水、住宅浸水が頻繁に発生する。また、河川の水質汚染が著しいことから、汚水の浸水による伝染病の蔓延等の衛生問題も危惧されている。このような状況の中、マカッサル市は、災害・水害対策のため浸水対策計画（2014年～2019年）を策定し、雨水排水施設のインフラ整備を進めているが、同整備はコンクリート現場打ちによる施工計画であることから、施工期間の長期化、それに伴う施工時の交通渋滞や付帯設備の費用発生、計画遅延等の問題に直面している。

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

インドネシア及び近隣諸国において、雨水貯水槽による浸水対策として行われた ODA 案件は、JICA の中小企業海外進出支援の案件化調査事業や普及・実証事業として、下記の事例がある。

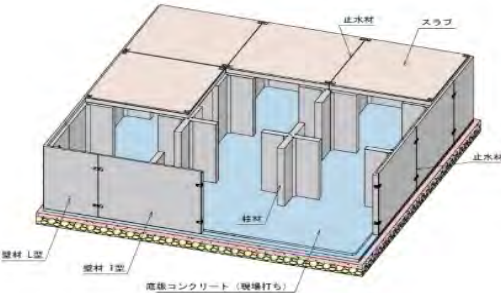

公示年度	スキーム	分野	調査・事業名	提案法人名	対象国	契約期間
2013年	普及・実証・ビジネス化事業 (中小企業支援型)	防災・災害対策	プラスチック製雨水貯留浸透施設の普及・実証事業	秩父ケミカル株式会社	インドネシア	2015年1月～2016年9月
公示年度	スキーム	分野	調査・事業名	提案法人名	対象国	契約期間
2018年	普及・実証・ビジ	防災・災害対策	浸水被害の軽減に	秩父ケミカル株式会社	タイ	2019年5月～2021

	ネス化事業 (中小企業 支援型)		寄与する プラスチ ック製雨 水貯留構 造体の普 及・実証 ビジネス 化事業(中 小企業支 援型)	会社		年5月
--	------------------------	--	--	----	--	-----

他社の動向として、製造素材をほぼ輸入しなければならないことなどから現地製造は見送られている。インフラ輸出の場合、現地企業との協業（営業・販売組織構築）が重要であるが、それが困難なためにインドネシア国内における実績を上げられていないのが現状となっている。

（２）普及・実証を図る製品・技術の概要

名称	プレキャスト雨水貯留槽（アクアポンドS）
スペック (仕様)	① 留量：100 m ³ ～5,000 m ³ ② 貯留槽の内空高：1.0m～2.0m ③ 荷重：活荷重 T-25、群集荷重 10KN/m ² ④ 許容土被り：0.1～1.5m ⑤ 背面土質：砂質土 ⑥ 製品部材の重量：約 2.0 t ⑦ 直接工事費：30,000～35,000 円/空 m ³ （土工事含まず）

特徴	<p>雨水貯留施設は、都市部を襲う集中豪雨の際、雨水を一時的に地下に貯留し、安全に排水する施設である。雨水を一時的に地下に貯留することで、街中に網の目のように広がる側溝から水路、河川へと注ぐ雨水の流れのうち、水路があふれそうな時に水を引き込み、水位が下がると排水ポンプで水路に戻し流下させる。①従来の現場打ちコンクリート製貯留槽に比べ、よりコンパクトに規格化された小型ブロックであり、現場状況に応じた対応が可能であること、②底版が現場打ちコンクリートであるため経済性に優れること、③プレキャストコンクリート製貯留槽のため安定した強度、品質を確保できること、④効率的な部材構成のため施工時間の短縮が可能である、などが特徴である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
----	--

競合他社製品と比べた比較優位性	<p>1,000 m³の規模の雨水貯留槽について、プレキャストコンクリート製品と現場打ちを下表のとおり比較する。</p> <p style="text-align: center;">表 1 提案製品の競合他社製品との比較</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">PCa製品</th> <th colspan="2">現場打ち</th> <th colspan="2">参考：プラスチック製</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地下水の影響</td> <td>浮力に対し安定</td> <td>◎</td> <td>浮力に対し安定</td> <td>◎</td> <td>浮力に対し不安定</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>耐久性</td> <td>ライフサイクル(長)</td> <td>◎</td> <td>ライフサイクル(長)</td> <td>◎</td> <td>ライフサイクル(中)</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>品質(寸法・強度)</td> <td>工場で作成のため、品質は安定</td> <td>◎</td> <td>現地で施工するため、ばらつきが大きい</td> <td>△</td> <td>工場で作成のため、品質は安定</td> <td>◎</td> </tr> <tr> <td>経済性(工事価格)</td> <td>32,000千円 (1.0)</td> <td>△</td> <td>28,500千円 (0.9)</td> <td>○</td> <td>26,000千円 (0.8)</td> <td>◎</td> </tr> <tr> <td>施工性</td> <td>約15日(重機) 交通等への影響が短い 天候に左右されにくい</td> <td>○</td> <td>約90日(重機) 交通等への影響が長い 降雨時に施工できない</td> <td>△</td> <td>約10日(人力) 交通等への影響が短い 天候に左右されにくい</td> <td>◎</td> </tr> <tr> <td>維持管理</td> <td>貯留槽の清掃可能</td> <td>◎</td> <td>貯留槽の清掃可能</td> <td>◎</td> <td>貯留槽の清掃不可能 堆砂抑制が必要</td> <td>△</td> </tr> </tbody> </table> <p>(出典：ウェブページ (http://www.okinaya.co.jp/ust/usttakouhou.htm) を基に提案企業が作成)</p> <p>前掲の特徴の欄に記載したように、本事業におけるプレキャストコンクリート製品を使用して底版のみを現場打ちとする雨水貯留槽は、表の項目にある耐久性、品質（寸法・強度）、経済性（工事原価）、施工性、維持管理の観点から判断すると、総合的には最も経済的となる優位性がある。ちなみに雨水貯留槽にはプラスチック製品も存在するが、使用する設置場所の制限が異なるため参考として記載する。</p>		PCa製品		現場打ち		参考：プラスチック製		地下水の影響	浮力に対し安定	◎	浮力に対し安定	◎	浮力に対し不安定	△	耐久性	ライフサイクル(長)	◎	ライフサイクル(長)	◎	ライフサイクル(中)	△	品質(寸法・強度)	工場で作成のため、品質は安定	◎	現地で施工するため、ばらつきが大きい	△	工場で作成のため、品質は安定	◎	経済性(工事価格)	32,000千円 (1.0)	△	28,500千円 (0.9)	○	26,000千円 (0.8)	◎	施工性	約15日(重機) 交通等への影響が短い 天候に左右されにくい	○	約90日(重機) 交通等への影響が長い 降雨時に施工できない	△	約10日(人力) 交通等への影響が短い 天候に左右されにくい	◎	維持管理	貯留槽の清掃可能	◎	貯留槽の清掃可能	◎	貯留槽の清掃不可能 堆砂抑制が必要	△
	PCa製品		現場打ち		参考：プラスチック製																																													
地下水の影響	浮力に対し安定	◎	浮力に対し安定	◎	浮力に対し不安定	△																																												
耐久性	ライフサイクル(長)	◎	ライフサイクル(長)	◎	ライフサイクル(中)	△																																												
品質(寸法・強度)	工場で作成のため、品質は安定	◎	現地で施工するため、ばらつきが大きい	△	工場で作成のため、品質は安定	◎																																												
経済性(工事価格)	32,000千円 (1.0)	△	28,500千円 (0.9)	○	26,000千円 (0.8)	◎																																												
施工性	約15日(重機) 交通等への影響が短い 天候に左右されにくい	○	約90日(重機) 交通等への影響が長い 降雨時に施工できない	△	約10日(人力) 交通等への影響が短い 天候に左右されにくい	◎																																												
維持管理	貯留槽の清掃可能	◎	貯留槽の清掃可能	◎	貯留槽の清掃不可能 堆砂抑制が必要	△																																												

<p>国内外の 販売実績</p>	<p style="text-align: center;">表 2 提案製品の販売実績表</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国内 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">年度</th> <th style="width: 20%;">件数</th> <th style="width: 60%;">主要取引先</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2016</td> <td>3</td> <td rowspan="5">国土交通省九州地方整備局／地方自治体（福岡県、佐賀県、大分県、宮崎県、鹿児島県、福岡市）／民間企業等</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>（提案企業資料を基に提案企業作成）</p> ● 海外 実績なし 	年度	件数	主要取引先	2016	3	国土交通省九州地方整備局／地方自治体（福岡県、佐賀県、大分県、宮崎県、鹿児島県、福岡市）／民間企業等	2017	4	2018	1	2019	3	2020	3
年度	件数	主要取引先													
2016	3	国土交通省九州地方整備局／地方自治体（福岡県、佐賀県、大分県、宮崎県、鹿児島県、福岡市）／民間企業等													
2017	4														
2018	1														
2019	3														
2020	3														
<p>サイズ</p>	<p>プレキャスト雨水貯留槽のサイズは、貯留量が 100 m³～5,000 m³であり、貯留槽の内空高は 1.0m～2.0m 程度である。設置場所や現場の状況に合わせて、柔軟に対応することも可能である。本事業における導入のサイズは、設置予定場所である州知事公舎敷地の状況と同地域の降雨量に対する公舎前道路の浸水対策機能効果から、約 1,000 m³のものを導入した（同案件化調査業務完了報告書の 90 ページを参照のこと）。</p>														
<p>設置場所</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;"> 【常時の市街状況】 【設置予定箇所】 【冠水時の市街状況】 </p> <p>設置場所のジャラン・ペリンティス・ケメルデカアン地区（JL. PERINTIS KEMERDEKAAN）は、洪水による被害が多いが浸水対策の実施計画はない。しかし 2018 年には水路の改修計画等があったがまだ実施されていない。現地からの要望もあがっている同地区では、集中豪雨により州知事公舎前の道路で浸水被害が発生している。州知事公舎前の国道の標高がもっとも低く、雨水が集まる構造となっている。2013 年州知事公舎の反対側の水路改修を行ったが、浸水被害は解決していない。公共事業省道路総局の計画では、水路底を掘り下げ水路断面を大きくする計画と、排出する水路側に水門とポンプ施設を設け強制的に雨水を排出する計画の 2 つがあるが、公舎敷地内に雨水一時地下貯留槽を設けることで、より効果的な浸水対策を行うことが可能だと想定している。上記に通常時と浸水時、また上空からの設置場所を示す。</p>														
<p>今回提案 する機材 の数量</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① プレキャスト雨水貯留槽一式（1,026 m³） ② 頂版スラブ（140 個） ③ 壁材 L 型（4 個） ④ 壁材 T 型（74 個） 														

	⑤ 柱材+型 (102 個)
価格	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 台 (1 式) 当たりの製造原価 (消費税抜) 「企業機密情報につき 非公表」 ● 1 台 (1 式) 当たりの販売価格 (消費税抜) 「企業機密情報につき 非公表」 ● 本事業での機材費総額 (輸送費・関税等含/消費税抜) 「企業機密情報につき 非公表」

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

雨季の頻繁な道路冠水や住宅浸水等の対策として、プレキャスト雨水貯留施設の有用性及び優位性が実証されるとともに、プレキャスト雨水貯留施設を普及するための方法と課題が整理される。

(2) 期待される成果

表 3 成果・確認方法項目

成果	具体的成果	成果を測る指標・確認方法
成果① プレキャスト雨水貯留槽が設置される。	1-1 環境影響評価の調査報告等、製品設置に係る各種手続きが官庁において円滑に終了し、マカッサル市からの工事許可がおりる。 1-2 プレキャスト雨水貯留槽が製造される。 1-3 設置場所の州知事公舎敷地内にプレキャスト雨水貯留槽が設置される。	1-1 現地コンサルの支援を得て書類を作成、関係官庁がそれを受領し、許可が得られる。 1-2 製造マニュアルを作成し、製造委託先責任者に教示する。また、製造作業にも作業前の研修を行い、図面通りの製品製造を確認する。製造工程計画表をもとに進捗管理を行い、日々の製品出来高数を生産日報にて確認する。 1-3 施工マニュアルを作成し、工事委託先責任者に教示する。また、施工作業にも据付け作業前の研修を行い、図面通りの据付けを確認する。工事委託業者、州知事公舎の管理部門と施工計画、設置工事の工程表をもとに、進捗管理、品質管理を行う。また、工事機材の運用記録をつけ、記録を確認、分析、評価する。

<p>成果②</p> <p>プレキャスト雨水貯留槽の有用性及び優位性が、実証される。</p>	<p>2-1 雨量計及び水位計が 24 時間 12 ヶ月正常に稼働し、雨量と水位のデータが収集される。道路冠水の状態と交通渋滞の関係性が、データ分析により明らかになる。</p> <p>2-2 他の公共工事と比較して工期が短縮され、高品質の安定したコンクリート雨水貯留槽が築造されて、総合的なコスト優位性があることが明らかになる。</p>	<p>2-1 機器設置直後、機器動作確認と測定データの確認を行う。並びにインターネット環境での測定データの確認を行う。その後、継続して測定データを収集する。プレキャスト雨水貯留槽設置前後の道路冠水回数、面積と交通渋滞状況を写真で確認し、渋滞回数や渋滞時間の比較を行う。</p> <p>2-2 同規模の雨水貯留槽を現場打ちコンクリートで構築した場合の工期差を金額換算し、工事のトータルコストを算出して比較する。また、耐久性・品質と合わせて点数化することにより、総合評価を行う。</p>
<p>成果③</p> <p>プレキャスト雨水貯留槽の継続的な運営・維持管理に必要な知識や技術が、南スラウエシ州水資源局に移転される。</p>	<p>3-1 南スラウエシ州水資源局の継続的安定運用のために施設及び付属装置の運用・維持管理マニュアルを作成する。</p> <p>3-2 南スラウエシ州水資源局のマカッサル市内施設管理担当職員に対し、マニュアルをもとに施設の運営・維持管理手法を指導する。</p> <p>3-3 南スラウエシ州水資源局が雨水貯留槽活用のモデルケースとなるために習得すべき技術の説明会を開催する。</p>	<p>3-1 株式会社ヤマウと外部人材（日本工営株式会社）にて運用・維持マニュアルを作成した。</p> <p>3-2 施設の運営・維持管理手法をOJTにて指導した。</p> <p>3-3 施設の運営・維持管理手法の説明会を実施した。運用・維持マニュアルをもとに当該施設において、運営・維持管理をOJTにて指導した。また、技術資料（水文・水理解析・設計、製造、施工）にて施設導入までのフロー及び有用性・優位性について説明した。</p>

<p>成果④ インドネシア国内におけるプレキャスト雨水貯留槽の市場分析を基に普及展開計画が策定される。</p>	<p>4-1 普及活動及び市場調査を行い、国内マーケットを分析する。 4-2 事業展開における各種制約やリスクを検討する。 4-3 ビジネス展開の仕組みや実施体制等を含めた将来的な事業計画を立案する。</p>	<p>4-1 政府・自治体・研究機関・コンサル・コントラクターのヒアリングにて需要や仕様を分析した。 4-2 インドネシア投資調整庁、現地法律事務所、JETRO 等で情報収集し各種制約やリスクを検討した。 4-3 上記市場分析に株式会社ヤマウの人的・技術的・資金的・時間的な要素を組み合わせたビジネスの仕組み・体制の構築を立案した。</p>
---	--	---

(3) 事業の実施方法・作業工程

【成果①にかかる活動】

1-1：プレキャスト雨水貯留槽設置に係る各種手続きを行う。

詳細活動内容：

プレキャスト雨水貯留槽の設置に係る準備としては、おもに本邦調達資材の発注と輸送、インド調達の型枠輸送、現地調達機材の手配と購入、現地での製造準備等を行う。

表 4 項目・作業内容

時期	項目	作業内容
2018年11月	現地プレキャスト製品メーカーと製造委託契約	株式会社ヤマウが、インドネシア国においてプレキャスト製品メーカーと製造委託契約を締結する。契約にあたっては、法務文書の確認を弁護士が行う。
2018年8月	型枠の発注 ※詳細については機材調達計画に記載	プレキャスト雨水貯留槽の型枠と製作後のインドネシア国マカッサルへの出荷を型枠製造メーカーへ発注する。
2018年10月-12月	本邦調達の資材発注と輸送	株式会社ヤマウが、プレキャスト雨水貯留槽の製造と貯留槽の施工に必要な資材発注を行い、インドネシア国マカッサルへ輸出する。

2019年1月	現地調達機材の手配と購入	株式会社ヤマウが、マカッサル市において、調達機材を手配する。また手配後に購入する。
---------	--------------	---

1-2：プレキャスト雨水貯留槽を製造する。

詳細活動内容：

2019年1月～4月、株式会社ヤマウの指導のもと、現地製造委託工場で製造。製造にあたっては、前述のとおり、事前に現地企業と契約を済ませて、日本と現地で同時並行的に準備を進める。

表 5 項目・作業内容

時期	項目	作業内容
2018年10月- 2019年2月	本邦調達の資材発注と輸送	プレキャスト雨水貯留槽の製造に必要な資材発注を行い、インドネシア国へ輸出する。輸出にあたっては、輸出に関する事前準備を行い、博多港で出荷してマカッサル港で積荷を受け取り通関させる。
2019年2月	プリプロダクション	プレキャスト雨水貯留槽の効率良い製造のため、及び品質確保のために、株式会社ヤマウが製造マニュアルを製造委託工場の責任者に教示し、製造作業者に作業前に研修を行い、プリプロダクションを開始する。
2019年2月-4月	本生産	プリプロダクションにおいて設計規格を満足する製品の製造を株式会社ヤマウが確認後、本生産を開始する。日々の生産計画により現地工場が株式会社ヤマウの指導のもと、本生産を継続する。体制その他は指導項目に示す。
2019年6月頃	現地運送会社と製品運送委託契約	インドネシア国において運送会社と製品運送委託契約を締結する。契約にあたっては、法務文書の確認を弁護士が行う。
2019年7月頃	製品運送	施工計画に準じた出荷計画表を作成する。事前準備（製品出荷前検査、パッキン貼付け等）終了後、出荷指示書にて数量を確認し、製品を傷つけないよう積載する。最終確認を実施、荷崩れを起こさぬようしっかりと荷締めする。

1-3：プレキャスト雨水貯留槽を州知事公舎敷地内に設置する。

詳細活動内容：

2019年4月～9月、工事入札落札業者が設置工事を行うにあたり、準備を進める。

表 6 項目・作業内容

時期	項目	作業内容
2018年7月	工事現場測量	業務委託した現地測量コンサルが、プレキャスト貯留槽設置予定場所(南スラウェシ州知事公舎敷地)において、詳細設計及び設置工事のための測量を実施する。詳細設計は玉野総合コンサルタント株式会社が行うため、合わせて具体的な測量項目や測量指導を現地にて行う。
2018年8月-10月	工事詳細設計	玉野総合コンサルタント株式会社が設置工事のための詳細設計を行う。また、工事入札に係る設計資料を作成する。
2018年12月	工事入札説明会	現地コントラクターに対して告示し、指名競争入札で貯留槽設置工事の業者を募り、南スラウェシ州施設において入札説明会を開催する。
2019年1月-4月	工事入札、契約	南スラウェシ州施設において工事入札を行い、その後落札業者と契約を締結する。入札説明会の招待状は、施工業者リストを基に8社に送付。説明会に参加した2社により入札資料を総合的に評価し落札業者を決定した。入札手続きはPT. INDOKOEI INTERNATIONALに現地の評価方式、入札図書作成、評価について業務委託し入札と評価を行った。
2018年12月-2019年4月	工事関連許可申請	建設工事計画報告書、水質検査室分析、環境監視管理報告構築、建設許可(IMB)の管理に伴う許可申請を実施する。
2019年4月-9月	プレキャスト雨水貯留槽の現場設置工事	工事開始前に打合せを行い、施工マニュアルをもとに、工事施工業者責任者に施工要領を教示する。また、株式会社ヤマウから据付指導者を派遣する。工事打合せ後、工事開始⇒

		据付開始⇒工事終了⇒貯留槽据付工事完了確認
2019年9月	ハンドオーバー	プレキャスト雨水貯留槽設置工事完了後、公共事業・国民住宅省を介し南スラウェシ州へ機材を引き渡す。
2021年12月	最終報告会議 (オンライン会議)	公共事業・国民住宅省水資源(SDA)、流域・河川事務所(BBWS)、州水資源管理局(PSDA)、JICA インドネシア事務所が参加し、事業の活動報告、引渡し機材のメンテナンスについて説明した。本会議の終了をもって事業完了とすることの承諾を得た。

【成果②にかかる活動】

2-1：プレキャスト雨水貯留槽の設置前後の状況分析を行い、雨量計及び水位計を設置しデータを収集、浸水や交通渋滞との関係性を分析する。

詳細活動内容：

2018年10月、プレキャスト雨水貯留槽の設置場所に、委託企業が雨量計・水位計を設置、2018年11月から2020年3月まで降雨量・水位を計測、データを収集する。収集したデータから、「時間当たり雨量と水路の水位」、「時間当たり雨量と道路状況」等の関係性を分析し、プレキャスト雨水貯留槽設置前後で道路の冠水回数や時間、面積、交通渋滞状況がどの様に改善されたか検証を行う。

表 7 項目・作業内容

時期	項目	作業内容
2018年10月	雨量計・水位計設置	委託企業が雨量計・水位計を南スラウェシ州知事公舎敷地内の選定場所(雨水貯留槽設置予定場所の近傍)に、現地代理店スタッフと共に設置する。設置完了及び正常稼働確認は、委託企業の主任技術者が責任をもって行う。
2018年11月 2019年3月	雨量計測 (貯留槽設置前雨季)	貯留槽設置前及び設置後の雨季の降雨量・道路横水路の水位及び道路の冠水状況を観測する。雨季は過去38年間の同地域の雨量データより、11月後半から3月末を想定している。

2-2：他の公共工事と工期やコストについて比較検証を行う。

詳細活動内容：

株式会社ヤマウが比較検証を行い、プレキャスト雨水貯留槽が他製品・工法より総合的なコスト優位性があることを明らかにする。

【成果③にかかる活動】

3-1：南スラウェシ州水資源局の継続的安定運用のために施設及び付属装置の運用・維持管理マニュアルを作成する。

詳細活動内容：

株式会社ヤマウと外部人材（日本工営株式会社）にて運用・維持マニュアルを作成。

3-2：南スラウェシ州水資源局のマカッサル市内施設管理担当職員に対し、マニュアルをもとに施設の運営・維持管理手法を指導する。

詳細活動内容：

施設の運営・維持管理手法をOJTにて指導。

3-3 南スラウェシ州水資源局が雨水貯留槽のモデルケースとなるために習得すべき技術の説明会を開催する。

詳細活動内容：

南スラウェシ州水資源局が雨水貯留槽活用のモデルケースとなるために習得すべき技術の説明会を開催した。

【成果④にかかる活動】

4-1：普及活動及び市場調査を行い、国内マーケットを分析する。

詳細活動内容：

政府、自治体、コンサルタントのヒアリングにて需要や浸水状況・施策・仕様について分析。

表 8 項目・作業内容

時期	項目	作業内容
2021年4月以降	市場調査	株式会社ヤマウが、現地ゼネコンとカウンターパートのオンラインによるヒアリングを通し、市場調査とマーケット分析を現地において繰返し実施する予定であったがコロナ禍により実施できないため、現地調査に代わり直接の電話及びメールでの調査を実施。
2021年8月以降	市場調査	ローカルのコンサルタントへの直接ヒアリング

		を予定していたがコロナ禍により現地調査に代わり直接の電話及びメールでの調査を実施。
--	--	---

4-2：事業展開における各種制約やリスクを検討する。

詳細活動内容：

2019年7月-2021年10月、国内及び現地で各種制約やリスクを検討する。おもな検討項目を下表に示す。具体的な方法としては、現地法律事務所との契約書作成業務を通して得た情報と実務上発生した事項を分析して、ネガティブリストや各種規制、リスクを検討する。

表 9 想定リスク一覧表

検討項目	具体的な内容
為替	アジア通貨危機の再発は考えにくいものの、為替リスクは常に考慮すべき問題。新しい問題としてコロナ禍での世界経済の枠組みの変化がインドネシア政府の国家予算に及ぼす影響、それからくる為替リスクも考慮に入れておく必要がでてきた。
契約	企業間の契約については、履行問題含めて、法務的な事柄などの注意が必要。
住民	ある程度大掛かりな工事をモデルケースとするために、ビジネス展開にあたっては、現地住民とのコミュニケーションは大事で、デモ等の妨害行為に注意。
宗教	インドネシアはイスラム教徒が多いため、ISIL との関係。
贈収賄	現地関係者による賄賂等・違法行為の誘惑。
健康衛生	コロナ後の世情から、洪水・浸水防止の貯水設備に対する衛生面をインドネシア国がどのように理解していくのかに注意する。

4-3：ビジネス展開の仕組みや実施体制等を含めた将来的な事業計画を立案する。

詳細活動内容：

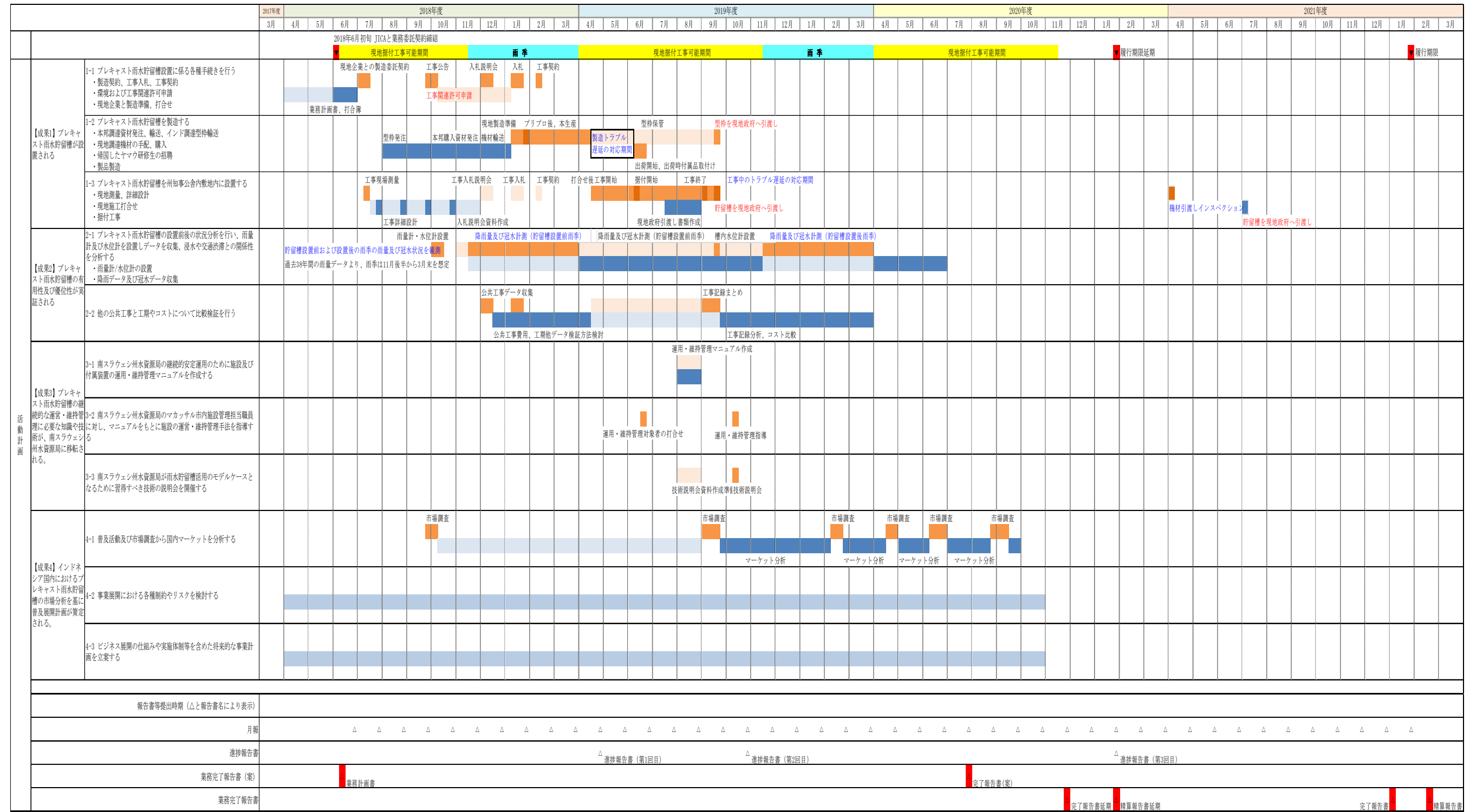
現地ヒアリング結果を基に将来的なビジネスモデルを立案。

表 10 ビジネス展開立案・具体的内容

立案検討	具体的な内容
ヒアリング	製造・設置等、実証活動を通じた現地要望の集約
	維持運用管理の技術移転における現地要望の集約
	技術説明会や普及セミナーを通じた現地要望の集約
	現地向け改良あるいは現地生産における仕様の検討

コミュニケーション	実証成果の広報および普及に向けた関係構築
	現地パートナー企業との販売、維持・管理体制整備に向けた関係構築
データ分析	業界団体や企業等、普及候補組織のリストアップ
	市場マーケティングによるインドネシアルールの取り込み

作業工程表



凡例 現地業務 国内作業

・資機材リスト

表 11 資機材リスト

	機材名	型番	数量	設置年月	設置先
1	貯留槽製品 (アクアポンド S)	—	一式	2019/7/29	南スラウェシ州知事公舎
2	アクアポンド S 用型枠	—	一式	2018/11/5	WIKA BETON
3	製造用資材 工事用資材	—	一式	2019/2/18 2019/7/29	WIKA BETON 南スラウェシ州知事公舎
4	水位計・雨量計システム	—	一式	2018/10/25	南スラウェシ州知事公舎

・事業実施国政府機関側の投入

本事業でのカウンターパート機関の役割としては、雨水貯留槽は完成後に提案企業と公共事業・国民住宅省及び南スラウェシ州の検査を経て、公共事業・国民住宅省経由で南スラウェシ州へ譲渡される。しかし、貯留槽設置場所は南スラウェシ州知事公舎内であるため、カウンターパートには土地使用許可、工事申請、環境解析申請書類等の手続きの支援を依頼する。そのうえで、完成物・設置機材の維持管理を依頼する。実証事業後の普及活動においては、提案企業の市場調査・セミナー開催へのサポートを行う。

- A) 普及啓発セミナー支援
- B) 施設・型枠の運用・維持管理
- C) 州知事公舎敷地内提供
- D) 技術説明会開催支援
- E) 普及活動・市場調査・国内マーケットの分析支援

(5) 事業実施体制

公共事業・国民住宅省、南スラウェシ州を事業のカウンターパートとする。事業への協力とともに、最終的にはプレキャスト雨水貯留槽の有用性及び優位性を認識してもらう。事業の潤滑な進行の為に、外部人材として、(公財)ハイパーネットワーク社会研究所、玉野総合コンサルタント(株)、日本工営(株)、(有)九州技工を採用するが、受注者の技術を現地にて実証・普及させる箇所については現地再委託という形で(入札も含めて)実施していく。

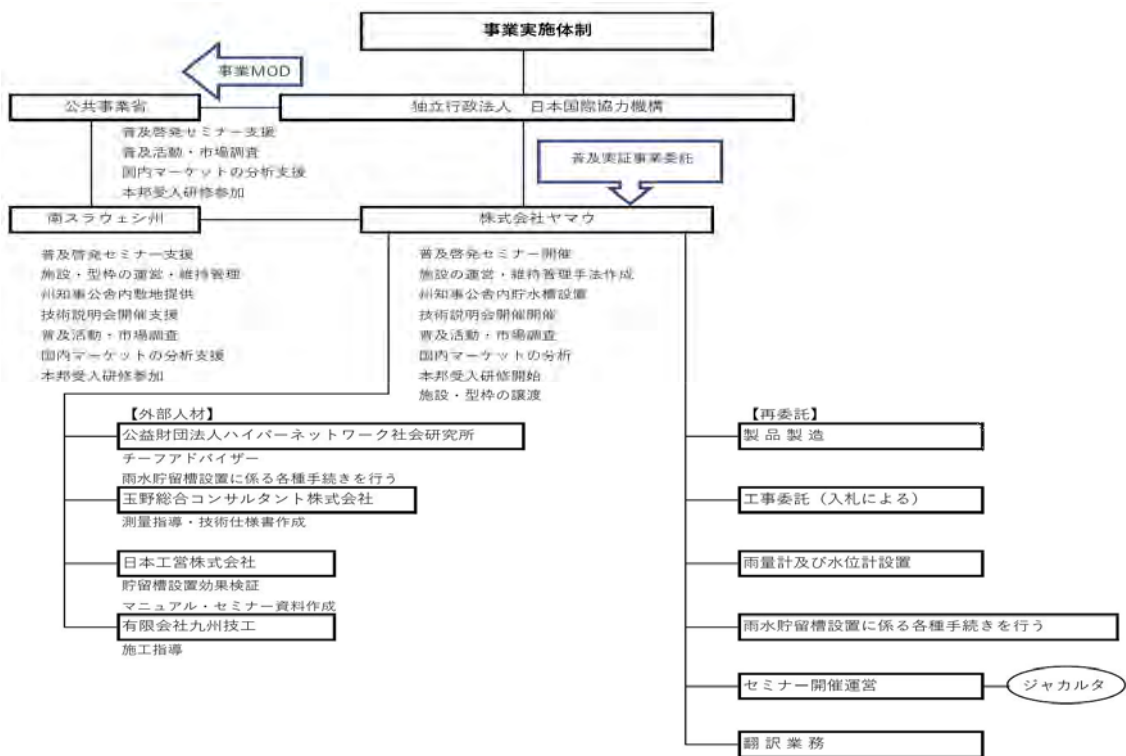


図 1 事業実施体制の全体図

(6) 事業実施国政府機関の概要

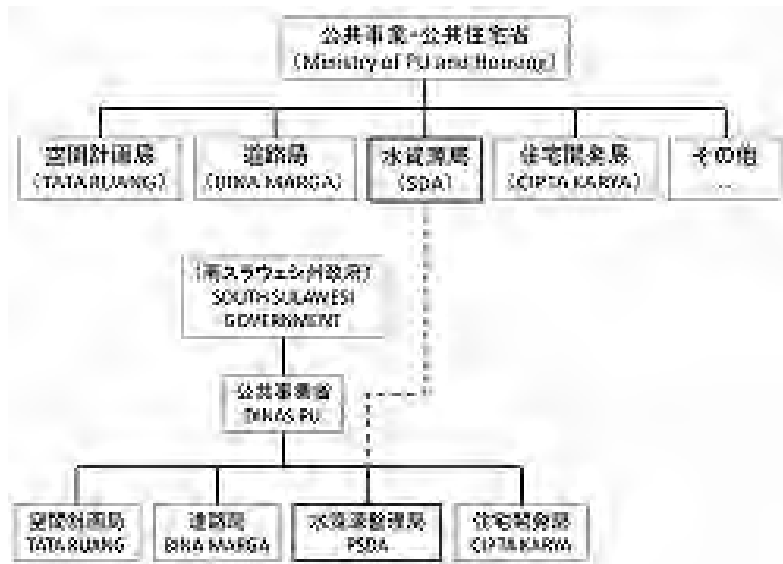


図 2 インドネシア国の行政機関全体図

A) 公共事業・国民住宅省 (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Ministry of Public Works and Housings)

所在地 : Jl. Pattimura No. 20 Kebayoran Baru, Jakarta Selatan

設立年 : 1945 年

代表者 : Basuki Hadimuljono

予 算 : 107.386 Trilliun (107.386 兆ルピア≒1 兆円)

B) 水資源局 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air)

所在地 : Jl. Pattimura 20, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan

設立年 : 1945 年

代表者 : Imam Santoso

予 算 : 37.309 Trilliun (約 3,000 億円)

C) 南スラウェシ州政府 (South Sulawesi Government)

所在地 : Jl. Jend. Urip Sumohardjo No.269, Makassar

設立年 : 1960 年

代表者 : Governor of South Sulawesi

予 算 : 9.524 Trilliun (約 800 億円)

D) 水資源監理局 (Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air)

所在地 : Jl. A. P. Pettarani Gedung IV Dinas PSDA No.88

設立年 : 1960 年

代表者 : Andi Darmawan Bintang

予 算 : 280 Miliar (約 20 億円)

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

成果①にかかる活動結果

1-1：プレキャスト雨水貯留槽設置に係る各種手続きを行う。

詳細活動内容：

◆ 現地プレキャストコンクリート製造企業と製造委託契約

製造委託契約を締結するにあたっては、以下の要件を満たしている事が条件である。①製造設備を有する事（製造建屋、クレーン、投入機など）②ストックヤード③配置人員（最低5名、元実習生含む）④製品を設計図通りに製造できる技術（スキル）⑤適正な価格⑥納期の厳守など。案件化調査及び自社調査にて検証した結果、マカッサル近辺で要件を満たす企業は WIKA BETON のみであり、本事業において製造委託契約を締結した。契約にあたっては、法務文書の確認を弁護士が行った。

◆ 本邦調達の資材発注と輸送

プレキャスト雨水貯留槽の製造と施工に必要な資材発注を行い、現地へ輸出した（全 27 種類、総重量 1,820 kg）。本邦輸出業務委託業者と現地フォワーダーにて現地通関プロセスを確認し、各種手続きを進め、製造開始時期にあわせて資材を輸送した。博多港からマカッサル港へ海上輸送、マカッサル港にて現地フォワーダーが通関後、製造委託先の WIKA BETON 工場へトラック輸送、(株)ヤマウが資材受入検査を実施した。輸送期間としては約 1 ヶ月を要した。また、貨物を輸出する際、木材による梱包材に害虫が入り込むことを防ぐため、熱処理消毒を施した梱包材を使用した。



資材梱包状況



梱包材等熱処理消毒証明書

表 12 付属品リスト

List of Material										
Item	Specification	Quantity	Box Size	Boxes	1 Box Weight	Overall Weight	Manufacture	Material	HS CODE	
		Number	Width*Length*Height	Number	kg	kg				
1	Anchor	257	265*310*140	7	22	154	Japan Life Co. Ltd	metal	7318.19	
2	Insert	700	200*300*145	7	18	126	Japan Life Co. Ltd	metal	7318.19	
3	Insert	900	200*300*145	4	18	72	Japan Life Co. Ltd	metal	7318.19	
4	Insert	900	265*310*140	2	22	44	Japan Life Co. Ltd	metal	7318.19	
5	Connection Joint	360	380*300*200	7	28.5	199.5	Japan Life Co. Ltd	metal	8302.49	
6	Bot	360	350*245*130	1	17	17	Chow Co. Ltd	metal	7318.19	
7	Nut	360	275*220*950	1	5	5	Chow Co. Ltd	metal	7318.15	
8	Bot	640	385*175*130	8	20	160	Chow Co. Ltd	metal	7318.19	
9	Nut	640	350*230*140	1	20	20	Chow Co. Ltd	metal	7318.15	
10	Ejector rotor	500	550*250*140	1	290	290	Japan Life Co. Ltd	metal	7318.19	
11	Arg Base	20	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	metal	7318.19	
12	Arg Cap	1000	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	plastic	3923.50	
13	Protection cap	1000	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	plastic	3923.50	
14	Protection cap	2000	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	plastic	3923.50	
15	Ultr Ultrasonic Former	10	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	urethane	3926.90	
16	Ultr Ultrasonic Former	50	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	urethane	3926.90	
17	Elliptical Former	4	400*300*200	1	10	10	Japan Life Co. Ltd	rubber	4016.99	
18	C.L. of Free Former	20	200*200*180	1	1.2	1.2	Japan Life Co. Ltd	rubber	4016.99	
19	K. EM FM Packing	900	350*650*410	1	4	4	Inter Science Co. Ltd	sponges	3926.90	
20	Adjuster Bar	960	280*320*180	15	16	240	Chow Co. Ltd	metal	7318.15	
21	Sanctic Sealer	864	980*250*240	16	16.5	264	Osaka Kasei Corp	rubber	4016.99	
22	Spacer	800	410*315*330	1	7	7	Japan Life Co. Ltd	plastic	3926.90	
23	Spacer	804	410*315*330	1	7	7	Japan Life Co. Ltd	plastic	3926.90	
24	Spacer	800	470*465*425	1	5	5	Japan Life Co. Ltd	plastic	3926.90	
25	Spacer	2000	470*465*465	2	5.4	10.8	Japan Life Co. Ltd	plastic	3926.90	
26	Cap Sealer	3500	300*480*140	1	17	17	Japan Life Co. Ltd	plastic	3926.90	
27	Urethane cutter	20	220*300*150	1	2	2	Yamato Co. Ltd	urethane	3926.90	
Total Amount				60	-	1,820.70				

◆ インド調達の型枠輸送

製品の寸法・形状が重要であるプレキャスト雨水貯留槽の型枠を製造するための要件を満たし、海外輸出の実績のある型枠メーカーへ設計、製造、輸送までを業務委託契約した。本事業ではインドで型枠を製作し、インドからジャカルタ港へ海上輸送、業務委託先現地代理店が通関し、その後マカッサル港へ海上輸送、WIKI BETON 工場へトラック搬入した。株式会社ヤマウが型枠の受入検査を実施した。輸送期間は約1ヶ月を要した。

No.	型枠名称	台数	製造本数
1	頂版スラブ	3	140
2	壁材L型	1	4
3	壁材T型	2	74
4	柱材+型	3	102



型枠搬入状況

◆ 現地での製造準備等

入国管理局マカッサル事務所（KANTOR IMIGRASI KELAS 1 TPI MAKASSAR）にて、株式会社ヤマウ担当者の Kartu Izin Tinggal Sementara（KITAS）「暫時居住許可証」の手続きを行う。VTT（ビザ発給許可証）取得申請書一式、インドネシア政府への申請料振込み証を添付し申請手続きした。また、受入側である現地サポート企業の書類提出等もあり、単独での申請手続きは非常に煩雑であり難しい。手続き完了まで約2週間を要した。

また、製造建屋（型枠配置、製造設備）、製造付属品の受入検査、型枠付属品（治具取付）、鉄筋建屋（設備、型枠、原線）について最終確認した。



頂版スラブ 型枠配置状況



柱材+型 型枠配置状況



JICA マーク



製造設備コンクリートホッパー

1-2：プレキャスト雨水貯留槽を製造する。

詳細活動内容：

◆ プリプロダクション（前準備）

製造マニュアルを配布し、写真、図解をもとに作業手順・要領・注意点を説明した。また、株式会社ヤマウで実習経験のある元技能実習生が、作業手順、品質管理、安全作業についての取組みを説明することで、円滑にプリプロダクションへ移行した。

株式会社ヤマウの品質要求（設計基準強度 35N/mm²）で算出した、コンクリート配合の試験練りを実施。試験を繰り返した結果、ワーカビリティを考慮し、フロー値で管理するコンクリート配合に決定した（目標フロー値 50 cm～55 cm）。また、テストピースを 9 本採取、7 日・14 日・28 日材令にてそれぞれ 3 本ずつ圧縮強度試験を実施し強度管理を行った。

※圧縮強度試験結果については別添にて記載

鉄筋組立加工において、設計通りの鉄筋を効率よく製作するため、鉄筋組立用型枠（治具）を製作し、製作手順（切断・曲げ・組立加工）について指導を行った。

型組み作業において、製造マニュアルをもとに製造付属品のセット方法など教育を行った。ここでも、元技能実習生より注意点を含め実演することで、円滑に教育できた。また、型組検査時に最も注意すべき「鉄筋かぶりの重要性」について、OJTにて、スペーサー取付け位置・数量・サイズ、鉄筋かぶり確認方法（測定）について教育を行った。

ストックヤードにて、段積み方法（段積数・向き・緩衝材）、反転、吊治具（使用上の注意）、止水パッキン、ストック間隔について教育を行った。特に吊り治具（カップラー）の使用方法について、製品落下にもつながるため危険予知を含め、十分注意するよう教育を行った。

生産性を考慮し作業工程ごとに適正人員を配置。クレーン（投入/鉄筋搬入/製品脱型/運搬）2 名、型組/脱型/パイプ作業/仕上げ作業 5 名、鉄筋工 3 名、その他：品質管理スタッフ、ストックヤード作業、補修作業など各数名配置。本事業では以上のような人員配置で生産活動にあたるが、必ずしも全てに該当する訳ではない。



社員教育状況 キックオフミーティング



社員教育状況 OJT



社員教育状況 OJT



試験練り状況



フロー試験



フロー試験

◆ メインプロダクション（本生産）

製造本数（頂版スラブ 140 枚・壁材 T 型 74 本・壁材 L 型 4 本・柱材+型 102 本）。製造期間 2019 年 2 月 19 日～4 月 15 日（内 47 日間）。製造工程表をもとにすべての作業を進捗管理し、製品の出来高及び品質を確認した。毎朝、当日の生産予定数の説明（製造指示）を行い、安全ポイント、作業手順をマニュアル確認した上で作業を開始し、型組終了後、型組検査（付属品・鉄筋かぶり・クランプ調整）を全数実施した。

生コン受取後フロー測定、供試体 9 本採取。この一連の検査は、品質管理上で最も重要な検査のひとつといえる。そのため、製造日毎に供試体を採取、バッチ毎にフロー測定する事をルールとした。

生コン状態（フロー値）に応じて、投入振動時間を調整し（生コン分離・水みち発生の抑制）打設、インナーパイプを用いて二次振動締固めを実施した。

養生について、頂版スラブは表面積が大きく、外気温や風の影響を受けやすいため沈下クラックが発生しやすい。そのため、表面仕上げ終了後に養生シートで表面を覆い、外的影響を直接受けない対策を施した。

脱型作業の注意点として、製造付属品取付けボルト脱着、クレーン操作（荷振れ）、吊治具取り扱い（向き）、脱型時は対象型枠から離れる（吊荷の下に絶対入らない）ことを繰り返し教育し、安全作業に努めた。脱型検査（外観・形状・寸法）を実施し、検査に合格した

製品のみ製品名を刷り込み、ストックヤードへ移動、集積した（刷り込み終了が合格のサイン）。

品質管理体制として（型組検査/脱型検査/スランプ試験/圧縮強度試験）本事業では製造本数が限られる事から、型組検査/脱型検査を全数に対し実施。寸法誤差±3 mm以内となるよう管理した。結果、施工性の良い、高品質な製品を現場へ供給する事が出来た。



型組状況 頂版スラブ



型組状況 頂版スラブ



型組状況 頂版スラブ



打設状況 頂版スラブ



表面仕上げ状況 頂版スラブ



養生 頂版スラブ

◆ 製造予備期間

製造トラブルによる遅延対応期間として約 2 ヶ月想定していたが、当初休日で予定していた土曜日にも生産した事、不適合品発生に伴うリカバリーが発生しなかった事、また、WIKA BETON スタッフの全面的な協力もあり、製造遅延なく工程計画どおりに生産完了できた。当初計画と比較し大幅に工期を短縮する事が出来た。

◆ 現地運送会社と製品運送委託契約

形状の異なる製品を効率よく、安全に輸送する事が重要なため、プレキャスト製品の運搬に精通した運送会社と製品運送契約を締結した。

契約においては、製品を WIKA BETON ストックヤードに保管している事、製品の積込み、配車連絡、施工付属品の移動、見積金額など諸条件を総合的に判断し決定した。

据付工程計画に基づいた配車簿を作成、出荷前日までに出荷準備（手直し・パッキン貼付け等）を完了した。また、積込み指示書に基づき出荷検査を実施、製品に問題がないことを確認し積込み許可とした。

◆ 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験については、工場内試験室にて試験室検査担当者が検査実施。株式会社ヤマウの品質要求である設計基準強度 35N/mm² を全ての数値でクリアしている事を確認し合格とした。

◆ 出荷

本事業においては、材令 28 日で基準値をクリアした製造日の製品を合格とした。検査項目は、製品名・サイズ・荷姿・表示・外観・数量。外観検査方法として、目視又はスケールにて、気泡・角欠け・モルタル漏れ・ひび割れ・表面の凹凸・鉄筋露出についてそれぞれ確認した。出荷・積込み指導については、WIKA BETON の出荷担当者、クレーン作業員、トラック運転手を対象に検査、積込み手順を説明し、OJT にて教育した。

また、据付工程計画に基づいた配車簿を作成、出荷前日までに出荷検査と出荷準備（手直し、パッキン貼付）を完了することで、遅延のない出荷体制を整えることが出来た。



積込状況 壁材 T 型



積込状況 壁材 T 型



積込状況 柱材十型



積込状況 壁材T型



積み込み完了



積み込み完了

1-3：プレキャスト雨水貯留槽を州知事公舎敷地内に設置する。

詳細活動内容：

◆ 工事現場測量

玉野総合コンサルタント株式会社及び現地再委託 CV. ATHALLAH KARYA が、現場周辺の地盤地表の高さ（標高）を測量した（使用機器はレベルおよびトータルステーション）。1/5000の等高線を作成し、平面図と断面図の地盤標高の作成を行った。



外部人材及び現地再委託会社による測量状況

◆ 工事詳細設計

玉野総合コンサルタント株式会社が、作成した平面図と断面図の地盤標高を基に、工事詳細設計を行った。工事詳細設計は、下記の通り4部構成としている。

- 工事全般の基準となる「工事技術仕様書」
- 測量した結果、道路側の水路断面が異なることが判明、それらの概略設計と条件が異なる部分の補正を行った「報告書」
- プレキャスト部材の搬入や掘削土の搬出、プレキャスト部材の据え付け計画を行った「工事計画図面」
- 工事積算に必要な掘削土量など工事一式の数量を算出した「数量計算書」



設計図面

工事図面例

◆ 工事入札説明会

南スラウェシ州知事公舎にて工事入札説明会を2018年12月実施。南スラウェシ州、マカッサル市政府ウェブページの公開リストから、南スラウェシ州で水関係工事の実績を有し、マカッサル市をベースとする現地施工会社の過年度受注実績（工事規模、件数等）を調査、施工会社リストを作成した。工事入札説明会の資料は、現地傭人（入札支援業務）PT. INDOKOEI INTERNATIONALが入札図書を基に、入札説明会を実施した。

- 入札概要
- 一般仕様書
- 技術仕様書
- 図面

表 13 現地施工会社のリスト

No.	工事内容	(JCM)	種	年	工事現場名	施工会社
1	下水本路工事	7.5M	併	2018	Bulukumba 県	PT. ELANG PERKASA INDOSAKTI
2	上下水路工事	3M	併	2018	Pangkep 県	PT. KARYA MANDIRI SURYA SEGAHTERA
3	上水路工事	9.4M	併	2017	Sojod 県	PT. PRATAMA GODEAN JAYA
4	水路工事	1M	併	2017	Ujung Pandang 地区	CV CAHAYA BERSAUDARA
5	水路工事	1.2M	併	2017	Ujung Tanah 地区	CV. ADLAN JAYA
6	水路工事	1.8M	併	2017	Biringkanaya 地区	CV. MITRA GEMILANG PERSADA
7	水路工事	2M	併	2017	Paeonakking 地区	CV. JAYA UTAMA
8	水路整備工事	14M	併	2016	Lombok 県	PT. PRATAMA GODEAN JAYA
9	水路工事	3M	併	2016	Makassar 地区	PT. CITRA PUTERA LA TERANG
10	水路工事	1.9M	併	2016	Ballaesara 地区	CV JAYA UTAMA
11	洪水対策工事	20M	併	2016	Majene 県	PT. PRATAMA GODEAN JAYA
12	水路工事	2.1M	併	2016	Jipang 地区	CV. AMZO
13	下水水路工事	3M	併	2015	Makassar 市	PT. LAJANINDO GRAHA PERSADA
14	水路ネット工事	4M	併	2015	Dume 県	PT. PUTRA KANTISANG
15	水路工事	5.8M	併	2015	Ujung Pandang 地区	PT. PUTRA MAYAPADA
16	水路工事	5.2M	併	2015	Faisal 地区	PT. GUNUNG RAYA BULUKUMBA
17	水路ネット工事	12M	併	2014	Luwu 県	PT. CIPTA BENING DEWATA
18	水路ネット工事	3.8M	併	2014	Bulukumba 県	PT. NENO JAYA UTAMA
19	上下水路工事	10M	併	2013	Gowa 県	PT. PADYA MEGATAMA TEKNINDO
20	水路ネット工事	8M	併	2013	Luwu Timur 県	PT. FENE JAYA
21	オープン貯留	10M	併	2012	Makassar 市	PT. CISCO SINAR JAYA



<BIDDING DOCUMENTS>



工事入札説明会（2018年12月）

入札における入札必要条件を確認した。必要条件は下記の通りである。

- 基礎コンクリートの高さ基準について、基礎コンの天端高さを±10mmの範囲で管理する
- 据付工の際の待機場所、施工ヤードの制限有
- 公舎内の迂回路の復旧→段差等を元の状態に戻す
- 現状復旧の必要なもの（庭のランプ、水路等）は現地施工会社が行う
- 埋設物の撤去、処理（墓の移動作業、配線、管等）は現地施工会社が行う

- フェンスの近隣で掘削作業をする場合は、フェンスへの影響を十分配慮し作業する
- フェンスの傾き、沈下、クラック等が発生した場合は現地施工会社により復旧する
- 予定工期を必ず遵守する

その他の条件として、50 t クレーンを所有している事、日本の技師が就労ビザを取得可能な事（招待するための会社能力がある事）。入札説明会への出席は現地施工会社 2 社に留まった。工事全般に係る入札条件と特記仕様書等の記載内容について説明し、質疑応答を行った。また、立会者として南スラウェシ州政府の関係者が参加した。

◆ 工事入札及び契約

工事入札を南スラウェシ州知事公舎にて 2019 年 1 月実施。入札応札は 2 社であった。① 2 社とも封筒 1 の内容物（書類）に不備があったため、翌日に再入札となった。書類に不備がある応札者の入札書類を書類完備するまで日付をまたぎ保持し、翌日に入札したこと② 落札予定価格を設定しないで価格札（書類）の開封をおこなったことは、手順の透明性、公平性が客観的に担保されていないとの指摘を受け、期日を改めて再入札を行う事とした。再入札においては、計画と比較して工事進捗の遅れも懸念されたので、総合評価方式を採用し、技術評価を重視した評価を行った結果、現地施工会社（PT. CITRA PUTRA LATERANG 社）が落札した。

◆ 工事関連許可申請

工事を開始する前に建物建設許可証（IMB）が必要である。建物建設許可証は、管理要件および該当する技術要件に従って建物を新規に建設、変更、拡張、縮小、維持するために地域責任者から建物所有者に付与される許可である。IMB の要件の 1 つは環境許可である。

工事に対して環境影響評価を判断する必要がある、今回のプロジェクト規模と内容に当たって環境許可 UKL/UPL の調査を行った。現地再委託先（PT. SYAFITRI PERDAMA KONSULTAN）が工事に関する環境影響を調査し、調査報告書に基づいた報告書を提出した。マカッサル市政府の審査の結果、環境許可証 UKL/UPL (Upaya Kelola Lingkungan/ Upaya Pengelolaan Lingkungan) が交付された。また、環境許可証交付を受け、建物建設許可証 IMB (Izin Mendirikan Bangunan) についても合わせて交付された。環境許可証・建物建設許可証ともにマカッサル市政府の所管である。



環境許可証 (UKL/UPL)



建物建設許可証 (IMB)

◆ プレキャスト雨水貯留槽の現場設置工事の準備 (準備工)

- ・ 着工準備及び撤去工事

基本的に手作業が多く、工具類も揃っていない。現地施工業者は極力工具類を揃えず人海戦術で施工を実施する傾向にある。重機（クレーン、バックホーなど）に関しては中古車両が多く機械の故障が多い。

- ・ 樹木の伐採

工事範囲内で樹木の伐採が必要なため、州政府に伐採許可を申請。南スラウェシ州一般管理部長と南スラウェシ州政府環境部長および株式会社ヤマウ間で（現場責任者）伐採許可申請に合意した。また、工事に先立ち、工事の安全と伐採にかかる祈禱師による安全祈願を行い、工事関係者を招待し、セレモニーを開催した（伐採に該当する木々が神聖な木であるため）。伐採予定の樹木をナンバリング管理し、伐採後州政府へ報告した。



伐採合意書



祈禱師による祈禱



ナンバリング状況



伐採状況

・ 仮道路

仮道路を設置する場合、通常日本では敷き鉄板をリースし、仮道路に敷き並べる方法をとるが、現地には敷き鉄板（リース）がないため、栗石を敷き均し、転圧をかけてそのまま仮設道路とする方法が標準的となっている。本事業では地盤が良好であり、不具合はなかったが、地盤の悪い地域で施工する場合は注意が必要である。



仮道路建設中

・ 仮囲い

通常日本では仮囲いをリースし、安全のため頑丈に仮囲いを設置するが、現地では木製の梁をフレームとして、垂鉛シートでカバーフェンス（仮囲い）として使用することが一般的である。



フレーム設置状況



仮囲い完了



工事のイメージアップ

・ ゲート

敷地内仮道路には、トラックや重機などが頻繁に出入するため、ゲートを設置した(幅8M)。現地では、木造で製作するのが一般的である。

・ 仮事務所兼資材倉庫

仮事務所兼資材倉庫については、日本ではプレハブをリースして仮事務所とするが、現地では木造で製作する事が標準的である。そのため製作に時間を要したが仮事務所としての機能性は十分といえる。



現場ゲート状況



仮事務所建設状況

◆ プレキャスト雨水貯留槽の現場設置工事の本工事

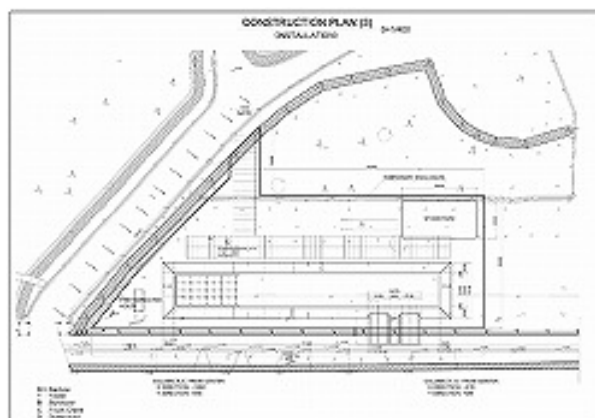


図 3 現場設置工事の平面図

➤ 土木工事

・ 測量

測量方法は現場状況や得たい情報、精度によって、さまざまな手法がある。プレキャスト雨水貯留槽設置工事では、掘削量を定義する必要がある。掘削断面（寸法）を算出するには、長さ、幅、高さの正確な測量数値が必要である。そのため本現場では測量トータルステーションを使用し測量を実施する事とした。



測量状況（トータルステーション）



測量データ再確認状況

・ 第1回掘削

第1回掘削作業には表土の除去が含まれ、土砂や表土（植物）すべての有機材料の掘削、運搬、備蓄、廃棄で構成される。現地施工会社は、他に掘削された材料や破片による表土の汚染を避けるため、第1回掘削を行った。また、表土付近の埋設物（配線・配管）の有無も合わせて確認した。



表土除去状況

・ 第2回掘削

第2回掘削作業は、土壌の掘削と除去であり、処分土と脱水作業に必要なすべての処理を含む。掘削作業は順調に推移していたが、掘削深さが約1.5M～2Mに達したところで、湧水と軟岩を確認した。湧水と軟岩の対策・処置として、24時間の水替え作業（排水）と、ブレーカーによる軟岩の破碎作業を行った。湧水と軟岩の除去作業のため、設計値以上の掘削作

業と処分土が発生したが、大幅な遅延もなく提案企業の品質要求通りに、床付けまでの作業を完了する事が出来た。



軟岩破碎状況



掘削出来高確認状況

・ 除水

掘削が約1.5M~2Mの深さに達したとき、湧水の問題が発生した。現地で水替え作業として一般的に採用されている方法は、排水溝を掘り、集水した後、ポンプアップする除水方法である。この方法は湧水を排出する最も安価で有効な方法である。



湧水の状況



排水溝設置状況

・ 掘削工の課題

現地施工会社の施工管理（工程・品質）手順において、現場責任者が主体性に欠けるところがみられ、提案企業がすべてコーディネートしなければならなかった。工程管理についても提案企業に委ねる様子が見られ、工程の遵守という意識が非常に薄いと感じられた。

➤ プレキャスト雨水貯留槽設置

プレキャスト雨水貯留槽の手順は下記の通りである。

・ 基礎工出来高数値確認

基礎工事のために基礎碎石の範囲を測定した。



測量状況

- ・ 基礎型枠
測量した範囲に型枠を設置した。
- ・ 基礎砕石 (t=20cm)
基礎砕石の設計高さに砕石を敷き詰めた。
- ・ コンパクション工事
基礎砕石の敷設高を再度測量し確認。基礎砕石の設計高さ通りに砕石を敷詰める。基礎は3層に分けられ、各層ごとにコンパクション作業で締固めし、砕石工が完了した。



コンパクション状況

- ・ 均しコンクリート打設 (K225) (T=100mm)
均しコンクリート工に関して、現地で生コンを発注する場合、設計値よりも高強度な配合で発注する必要がある。理由は、本来コンクリート強度の発現数値はバラツキやすいものであるが、現地ではその強度バラツキ範囲を許容差内で管理することが出来ないためである。
コンクリート強度発現のバラツキの大きな要因として、「水とセメントの比率」「空気量」「粗骨材の粒度」「練上り温度」などが考えられる。そういった要因を考慮して、強度がバラついていても設計基準強度を下回らないよう、日本では配合強度を決定する。
しかし、現地の生コン工場においては品質管理が十分でなく、また粗骨材などの原材料の品質にバラツキがあり、安定したコンクリート強度を担保できないことがほとんどとなっている。そのため、設計値より高強度な配合にて生コン発注することが現地慣習となっている。施工性の高いプレキャスト雨水貯留槽設置のため、±10mmの精度で均しコンクリートを

施工した。現地施工会社はこのような精度で均しコンクリート施工した実績がないため株式会社ヤマウの技術指導のもと、品質要求通りの均しコンクリート施工することが出来た。

PT. ANEKA BATU PERSADA
KONKREKSI TINGKAT 18N/m³

CONCRETE MIX DESIGN

Grade: 18N/m³

Material: 18N/m³

Concrete Mix Design

Material	Quantity (kg)	Proportion (%)
Cement	310	17.2
Water	180	10.0
Gravel	1200	66.8
Sand	310	17.2
Water Reducer	10	0.5
Admixture	10	0.5
Water	180	10.0
Gravel	1200	66.8
Sand	310	17.2
Water Reducer	10	0.5
Admixture	10	0.5

PROPORTION OF CONCRETE COMPONENTS

Material	Quantity (kg)	Proportion (%)
Cement	310	17.2
Water	180	10.0
Gravel	1200	66.8
Sand	310	17.2
Water Reducer	10	0.5
Admixture	10	0.5

コンクリート示方配合表 18N/m³



均しコンクリート完了

・プレキャスト製品据付工

・壁材（T型、L型）・柱材（+型）・頂版スラブの設置

据付工事（T型、L型、+型、頂版スラブ）を行うにあたり、事前教育として施工手順をビデオとマニュアルを用いて、施工管理者・作業員全員を対象に説明会を実施した。



壁材（T型）据付状況



壁材（T型）据付状況



頂版スラブ 据付状況



据付状況

作業効率を考慮した人員配置計画を作成し、作業役割分担を図った。株式会社ヤマウと外部人材（有九州技工）の指導のもと、据付精度も問題のない施工ができ、最終的には現地施工会社だけでも据付作業できるまでになった。また、クレーンオペレーターの操作技術が想像以上に優れており、安全にかつ効率よく据付が出来た事は非常に評価している。

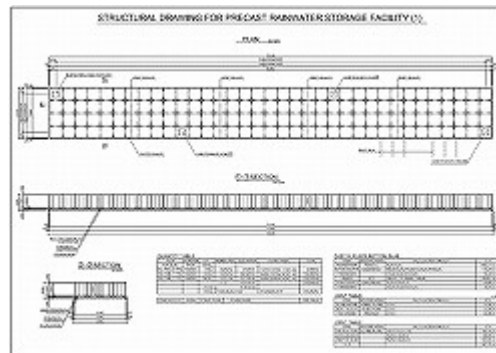


図 4 プレキャスト雨水貯留槽の部材設置図

・ 底版用鉄筋工

底版用鉄筋組立加工は、現地鉄筋加工業者が株式会社ヤマウの品質要求どおりに、州知事公舎敷地内（据付現場横）にて底版用鉄筋を製作した。提案企業が製品検査（寸法、ピッチ、溶接）を実施、設計通りの製品であることを確認した。



寸法ピッチ確認状況



鉄筋組立状況

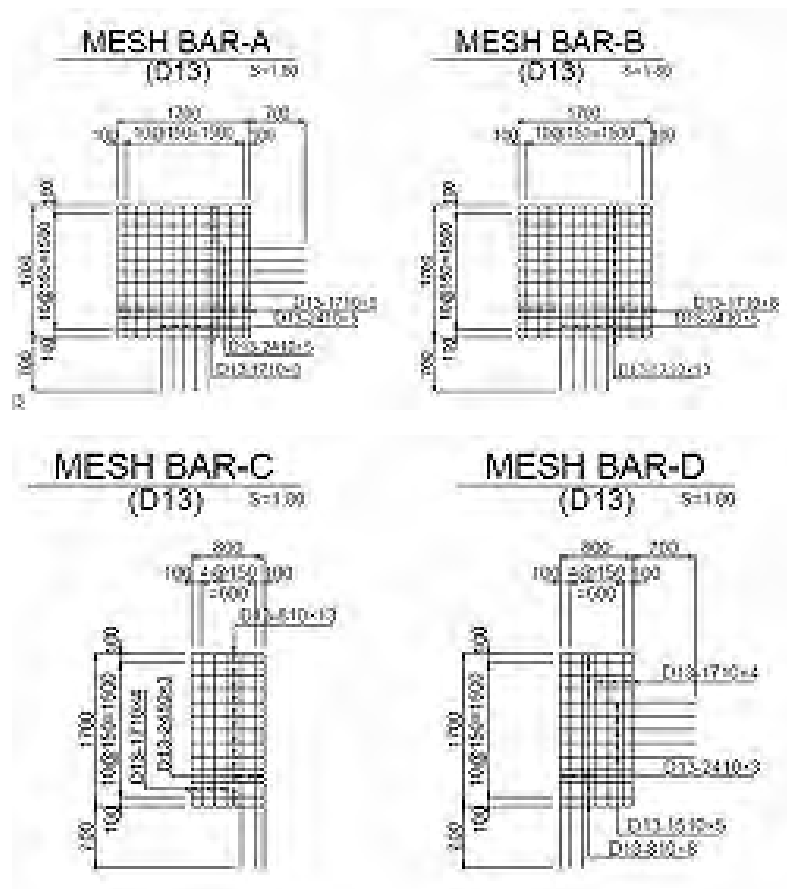


図 5 配筋図 タイ A・B・C・D

REPORT OF THE TEST OF RIBBED TENDON

Example Type: For Reinforced Concrete
 Industry of Example: One Piece
 (The Standard used: JAF 11300)
 Project: _____

Accepted: December 11, 2017
 (Code: Standard 14, 2017)
 Area: F1, 4th Floor, 4th Set
 (Code: D), Asanuma

Test type	Full Test Results Data (Table: Spec. B4.13. The Fig.)
Standard Tensile Test	SN-01-011-1000
Specimen:	Sample G1
Ten Edge Length (L) mm	1000
Ten edge length, mm	240
Flat plate width, b_p	0.240
Max. ten edge, mm ²	11.1
Area of bearing steel	111.2000
Load (kN)	40.00
Max. Load (kN)	68.2
Strength of Tensile, N_1 (kN)	170.0
Maximum Load (Strength, S_1) (kN)	111.11
Disturb Length (L ₂) mm	720
Stress, σ_1	1100

Conclusion:

Based on data from the tensile test results of specimens of specimens of Standard (with 1 to 20) (JAF) including the type of 1/4 inch for class 15. (1)
 The complete test results are as follows:

Tensile Test	Test results	By JAF Form SN-01-011-1000
Tensile force, N_1 (kN)	170.0	max. 111
Tensile Strength, σ_1 (kN)	111.11	max. 690
Stress, σ_1	1100	max. 11

図 6 鉄筋ミルシート

PT. ANEKA BATU PERSADA
PT. ANEKA BATU PERSADA
Jl. Industri Raya No. 100, Cikarang Barat, Kabupaten Cikarang, Jawa Barat 40132

CONCRETE MIX DESIGN

GRADE: **K-30 (Mpa)** (Indonesia)

PROJECT: _____

FORM: _____

COMPOSITION OF MATERIALS

ITEM	UNIT	AMOUNT
OPC (CEM I) Purosewa	kg/m ³	310
SPK	kg/m ³	100
FAIR AGGREGATE	kg/m ³	142
COARSE AGGREGATE - 2	kg/m ³	170
COARSE AGGREGATE - 3	kg/m ³	170

WATER: _____
 SUPERPLASTICIZER: _____
 ADMIXTURE: _____

ADJUSTMENT

ITEM	UNIT	AMOUNT
WATER	kg/m ³	180
SPK	kg/m ³	100
FAIR AGGREGATE	kg/m ³	142
COARSE AGGREGATE - 2	kg/m ³	170
COARSE AGGREGATE - 3	kg/m ³	170
WATER	kg/m ³	180
ADDITION MATERIAL	kg/m ³	180
TOTAL WEIGHT OF CONCRETE	kg/m ³	1000

PROPORTION OF MATERIALS (CONCRETE)

ITEM	UNIT	AMOUNT
OPC (CEM I) Purosewa	kg/m ³	310
SPK	kg/m ³	100
FAIR AGGREGATE	kg/m ³	142
COARSE AGGREGATE - 2	kg/m ³	170
COARSE AGGREGATE - 3	kg/m ³	170
WATER	kg/m ³	180
ADDITION MATERIAL	kg/m ³	180
TOTAL WEIGHT OF CONCRETE	kg/m ³	1000

PT. ANEKA BATU PERSADA
 PT. ANEKA BATU PERSADA
 Cikarang Barat, Jawa Barat

図 7 30N/mm²示方配合

・ 底版コンクリート型枠・底版コンクリート打設 (K350) (T=200mm)

コンクリート打設工程において、ポンプ圧送（コンクリートポンプ車）の打設速度が速いため、均し作業が追い付かず、表面仕上げが間に合わない状況（不陸）となっていた。そのため作業できる打設エリアを設定し、適正な人員配置と作業分担を明確にする事で、表面仕上げ完了後、次エリアへ移動するように作業工程の見直しを図ることで、効率よく作業を進める事ができた。出来高についても、株式会社ヤマウの品質要求通りに作業完了した。



底版コンクリート打設状況



表面仕上げ状況

・ 目地工

目地工にあたり、作業マニュアルを基に事前に技術指導（マスキング貼付・コーキング・ゴムベラ仕上げ）、安全教育を実施。株式会社ヤマウの品質要求どおりの出来高で作業を完了することができた。



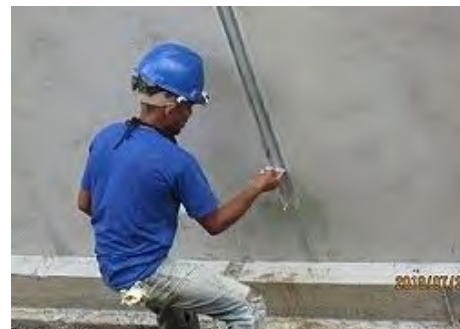
コーキングガン



プライマー



頂版スラブ 目地コーキング 状況



壁材(T型) 目地コーキング 状況

・マンホール工

マンホール設置工程については、プレキャストでなく現場打ち（木枠）となるため、型枠寸法、鉄筋かぶり、受枠・木枠の固定方法などを技術指導した。生コンの打ち込み口が狭い為、生コン 打設・振動締めなどに注意が必要。従来現場打ち作業に慣れていることもあり、(株)ヤマウの品質要求通りの製品を製造することができた。また、マンホール鉄蓋についても既製品がないため、特注にて鋼材（Lアングル、縞鋼板）を溶接して自社制作した。



マンホール型組状況



マンホール工完了

➤ 流入水路工

流入水路工に関しては、現場打ちとなるため貯留槽本体とは別途、測量・掘削・床付けなどの基礎工と水路部の木枠作成、鉄筋組立加工、生コン打設、仕上げ、脱枠までを行う必要

がある。そのため工種毎に施工管理（出来高）を実施した。現地施工会社の技術もあり、株式会社ヤマウの品質要求通りに作業する事ができた。

しかし、施工管理において、出来形寸法の確保、出来高写真管理等についての手法が確立されていない部分があったため、株式会社ヤマウが管理方法についてもOJTにて教育を行った。流入水路工に關しての作業手順を以下に記す。

・基礎型枠・砕石（T=100 mm）



基礎砕石の転圧状況



基礎砕石完了

・流入水路基礎コンクリート打設（K225）（T=50mm）



コンクリート打設状況



基礎コンクリート打設完了

・ 流入水路コンクリート型枠・鉄筋構造



型組状況



配筋状況

・ 流入水路 コンクリート打設 (K350) (t=10cm)



打設状況

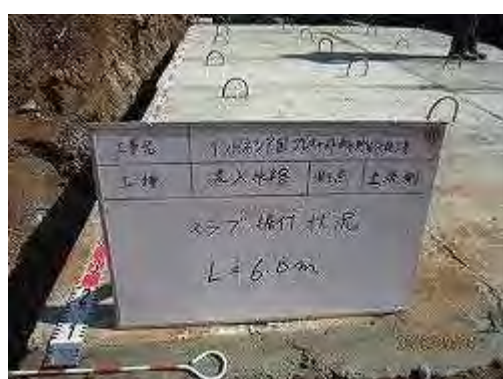


流入水路施工完了

・ 流入水路コンクリート上部スラブ据付



スラブ据付状況



スラブ据付完了

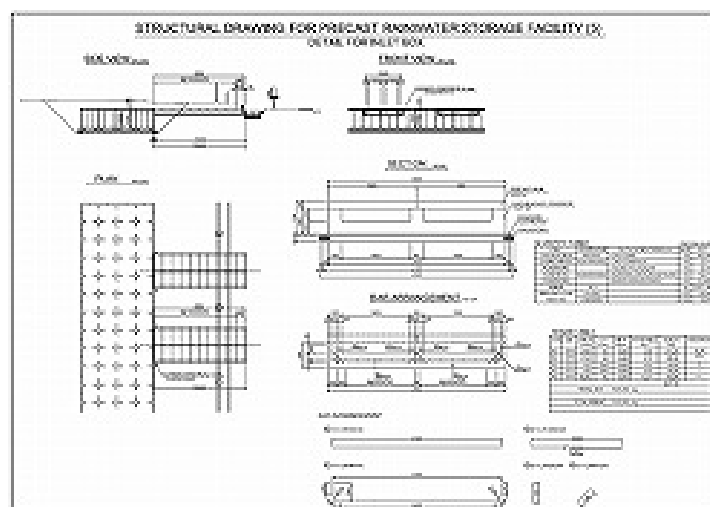


図 8 流入水路設計図面

・ スチールスクリーン設置

スクリーン（取水口）についても既製品がないため、特注にて鋼材（Lアングル、メッシュ筋）を溶接して自社加工した。



スクリーン設置



左拡大写真

・ 埋め戻し

埋め戻し工の作業手順として、埋め戻す土砂の量（深さ）は一層あたり300mm以内を基準とする。その範囲内で埋め戻しと転圧を繰り返し作業する。これは、均一に充填する事で、施工後の陥没や地盤沈下などを防ぐ目的がある。また、本体構造に負荷や損傷を与えないよう十分注意して作業する。



300 mm確認



転圧状況

・ 残土処理

州政府の要求で、知事公舎内裏側の低地へ残土を再利用し、埋め立て、整地を行った。また、知事公舎内公園の不陸改善ため残土を再利用し整地を行った。掘削時に発生する、本来処分すべき残土を、知事公舎内へ再利用する事で、費用をかけることなく残土処理することが出来た。



公園不陸改善状況



公舎裏側の低地埋立て状況

➤ 排水設備

- ・ 亜鉛メッキ排水パイプ (d=80mm)
排水パイプ (8インチ) を配管した。



配管設置状況



配管設置状況



排水ポンプ設置状況



排水ポンプ設置状況



コントロールパネル設置



排水状況

➤ 除去・復旧設備

- A) スチールフェンス
- B) コンクリートフェンス
- C) 石積み基礎
- D) 塗装フェンス
- E) 復元工事（解体作業を含む）

撤去、復旧工事に関して、南スラウェシ州一般管理部門の要求通りに対応（現状復帰）。石積の撤去、復旧に関しては、重機が近寄れないため手作業となり、かなりの労力を要した。



フェンス撤去状況



フェンス復旧状況



フェンス復旧状況



フェンス復旧完了

➤ 必要条件の作業

- ・ 植樹作業
- ・ 芝生植栽
- ・ 庭園照明工事

緑化については指定にあった「ガジャミニ」を植栽し、散水養生を行い根付くまでの手当をした。



養生状況



養生状況



復旧完了



現場状況 (2020年4月)

➤ その他のサービス

工事期間中、州知事公舎をターゲットにデモが多発し、州知事公舎出入口ゲート付近で投石、放火、ゲート破壊等の騒動があった。JICAインドネシア事務所や州知事公舎セキュリティ担当者からデモの情報を入手し、現場に立ち入る時間帯を調整することによって、人的被害を防ぐ対策を講じた。そのため直接的な人的被害はなく作業を終了する事ができた。

本プロジェクトにおいて、このようなデモ発生については想定しておらず、現場事務所、現場入り口のセキュリティは不十分であった（州知事公舎内だと安心していった）。州知事公舎出入口ゲート近くに現場事務所を設けたため、投石による壁の破損がみられた。州知事公舎という場所からもデモの標的になりえることを考慮する必要があったと反省するところである。マカッサルでは理由（目的）は様々あるが、頻繁にデモが発生する土地柄である。今後は現場周辺の環境（役所との位置関係など）についても配慮し、安全に関するリスクアセスメントも取り入れる必要がある。

施工時の問題点としては、コンクリートポンプ車が旧型の車両のため、故障が多く、圧送速度（突出量）の調整が出来ないなどの問題がありスムーズな作業ではなかったが、作業手順を見直すなどの対策を講じ、大幅なスケジュール変更もなく作業を完了する事が出来た。

現地資材調達において、こちらの要求する資材がなかなか揃わない状況であった（本事業ではメインになる材料は本邦より海上輸送した）。今後、現地プロジェクトがあるとするならば、輸出に関するリスクと費用ロスを考慮すると、材料の現地調達がひとつの課題になると考えられる。

現地の人材については順応が早く穏やかな国民性ではあるが、工程の進捗管理や工期遵守に対する意識が低く、現場代理人として全体を管理できる監督者は少ないように思われる。

➤ ハンドオーバー

事業計画では貯留槽設置直後に機材譲渡する計画であったが、公共事業・国民住宅省、流域・河川事務所、州水資源局の関係部署間の打合せや情報共有不足、組織再編や人事異動による担当者の交代や不在となるなど、協議できない状況が続いていた。また、同部署内での引継ぎや情報共有もなく、更に機材譲渡が進まない要因となっていた。

2020年3月に州水資源局から機材譲渡に係る協議を実施したいとの申し出があったが、コロナ禍の影響もあり延期となった。また、その後も担当者不在の状況が続くなど混乱したが、2020年9月、州水資源局の新担当者から連絡が入り事業の説明とこれまでの経緯、今後の課題についてオンライン会議にて協議した。しかし、進捗は見られなかった。

JICA 民間事業部・インドネシア事務所と今後の対応を協議、機材譲渡に係る全ての部署によるオンライン会議の開催をPU(SDA)へ打診、2020年11月、機材譲渡に係るプロセス、現状の問題点、今後の対応など協議した。今後、速やかに機材譲渡プロセスが進むことを期待したが進展は見られなかった。

2021年4月、機材引き渡し手続きのため、CP関係者による設置機材の査察を実施した。現地では公共事業・国民住宅省水資源（SDA）、流域・河川事務所（BBWS）、州水資源管理局（PSDA）、JICAインドネシア事務所のスタッフが参加、株式会社ヤマウからはZOOMでオンライン接続して実施した。南スラウェシ州知事公舎に設置済みの貯留槽、雨量計（SESAME）、及び製造委託先のWIKABETON社に保管している型枠について、それぞれオンラインで結び、機材や運用の説明と質疑応答を行った。

2021年7月、4月に実施された設置機材の査察後、インドネシア側で署名手続きに時間を要していた書類BASTについて、正式に南スラウェシ州、公共事業・国民住宅省、JICAインドネシア事務所3者間で発効された。

成果②にかかる活動結果

2-1：プレキャスト雨水貯留槽の設置前後の状況分析を行い、雨量計及び水位計を設置しデータを収集、浸水や交通渋滞との関係性を分析する。

詳細活動内容：

◆ 雨量計・水位計を設置、計測、データを収集

貯留槽設置前の雨季データ収集は完了した。時間当たり雨量と水路の水位、時間当たり雨量と道路状況に関係性があるかを分析した。

◆ 雨量計・水位計を設置、計測、データの整理

貯留槽設置後の効果の検証を行うために、収集したデータの整理を行う。雨天の日数、道路が冠水した日の日数の確認、時間当たりの雨量に対する水位高の変動や道路の冠水に関係性があるのか等を基準に整理した。

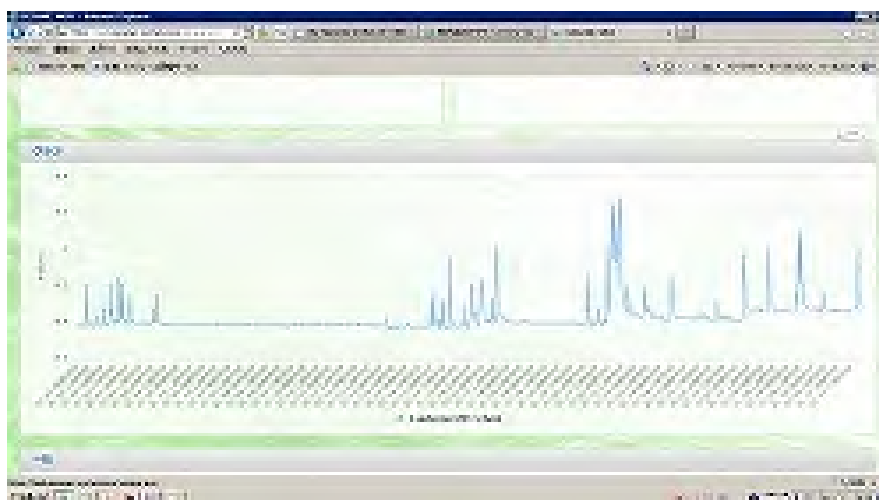


図 9 州知事公舎前水路の水位(10分間隔)

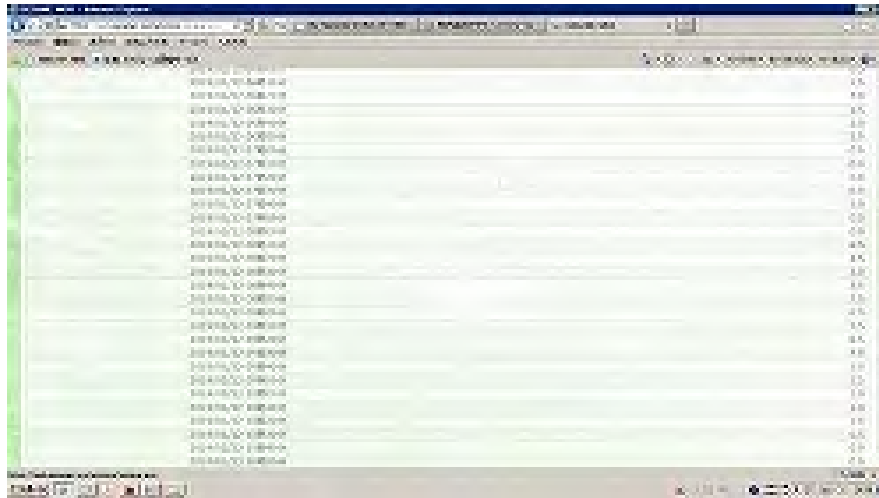


図 10 時間当たり降雨量(10分間隔)

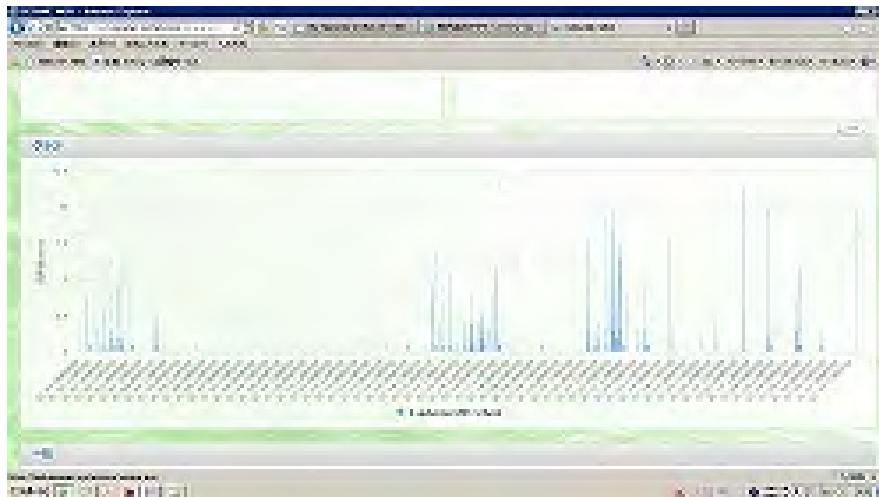


図 11 時間当たり降雨量(10分間隔)



◆ 貯留槽設置の効果検証

2020年4月30日までの観測データを基に分析した最終結果により、プレキャスト雨水貯

留槽設置の効果を検証する。については、既存資料・関連資料の収集およびレビュー、収集した資料の検証作業にあたり、下記のデータ・情報を使用した。

- ・ 詳細設計報告書及び図面
- ・ 詳細設計前に実施された測量成果（プレキャスト雨水貯留槽周囲のみ）
- ・ 流入水路高横断面図
- ・ 雨水貯留槽設置前後の観測データ（降水量、水位、道路写真）
- ・ 参考のため、BMKG の降水量データ（97182 観測所）をインターネット経由で収集した。
- ・ 詳細設計報告書・測量結果のレビュー

詳細設計段階で詳細測量が実施され、水路断面形状および水路勾配について概略設計で使用したデータよりも精細なデータを入手した結果、水路の流下能力が見直されたこと、水路からプレキャスト雨水貯留槽へ流入する越流堰が変更されたことを確認した。主な諸元の比較を示す。

表 14 概略設計と詳細設計の比較

段階	水路勾配	粗度係数	水路流下能力	越流方式	堰長	越流水深
概略設計	1/580	0.023	1.521 m ³ /s	横越流	2.44 m	0.413~0.5m
詳細設計	1/1000	0.020	0.967 m ³ /s	正面越流	6.00 m (1.5m x 4)	0.200m

（出典：インドネシア国プレキャスト雨水貯留施設の導入に係る普及・実証事業における詳細設計業務報告書（平成 30 年 11 月、株式会社ヤマウ、玉野総合コンサルタント株式会社））

➤ 流入水路高横断面図のレビュー

詳細設計では、流入水路高は道路高から決定され、その高さは 2,593mm と設定された。これは、道路最低高の冠水を 100mm に留めるという思想である。しかしながら、施工時の再測量で現状は約 200mm 低いことが判明した。貯留槽設置前の雨期の最高水位が 2,565mm であったことから、流入水路高 2,593mm では雨水を取り込まないことが判明し、施工段階で流入水路高を約 300mm 下げ 2,280mm として決定された。なお、この流入水路高 2,280mm は、2018 年 12 月から 2019 年 3 月の降雨に対して、20 回程度雨水を取り込む高さである。また、上記の流入水路高と水位計の関係については、水路水位 WL1 の読み値が -0.015m を超過する場合に、水路から貯留槽へ流入することを確認した。なお、WL1 の読み値 -0.015m は、水位計 WL2 地点の貯留槽底面をゼロとして換算すると、1.405m に相当する。以降の検討では、水路水位 WL1 が 1.405m を超過するかどうかに着目する。

➤ 観測の概要および観測データのレビュー

データの観測は SESAME システムを用いて行った。データは 10 分間隔でクラウドサーバに保存され、それをウェブ経由で入手した。観測項目は、①降水量、②水路水位 WL1、③貯留槽内水位 WL2、④静止画 2 種である。データの分析については後述する。

➤ 観測機器とデータ

株式会社みどり工学研究所が設置した SESAME システムで、降水量、水路水位、貯留槽内水位、水路～道路の静止画を 10 分間隔で記録しているが、水路水位が約 20 分遅れて記録されていることが判った。同社へ報告し、塩ビ管内の泥詰まりの可能性があると回答を得た。

➤ プレキャスト雨水貯留槽設置前後の状況分析

設置効果を検証する方法は以下の通りとする。

- ・ 同規模の降雨イベントに対して、貯留槽の設置前後で、水路を流れる水の挙動がどのように変化したかを比較する。
- ・ 検討対象とする降雨イベントは、WL1 水位が 1.405m* (貯留槽への流入が始まる水位) を超過する場合の一連の降雨とする。水位計 WL2 地点の貯留槽底面をゼロとして換算した高さ (WL1 読み値自体は-0.015m)。
- ・ 降雨イベントを比較する際の視点は、1.405m 到達前降水量、総降水量、降雨継続時間、越水継続時間、水路水位 WL1 上昇量、貯留槽内水位 WL2 上昇量、水路水位 WL1 ピーク値とする。

➤ 観測データの確認と降水量

SESAME による観測は 2018 年 10 月 25 日に開始された。観測間隔は 10 分単位である。下記データ項目のうち、降水量、水路水位 WL1、貯留槽内水位 WL2 について、10 分単位のデータを表示した月別グラフを作成。以下では、観測データの妥当性を評価するとともに、データから読み取れる事項について記述する。SESAME データの検証のため他機関で観測しているデータと比較した。マカッサル市内で観測されている降水量データのうち、ウェブで公開されている BMKG の 97182 観測所のデータを収集し、比較した。観測所の位置関係を示す。図に載っているもう 1 ヶ所の観測所 Panakkukang については後述する。



◆ 位置情報

- ◇ SESAME
緯度：-5.140169°
経度：119.451008°
- ◇ BMKG 97182
緯度：-5.113750°
経度：119.419830°
- ◇ Panakkukang
緯度：-5.14983°
経度：119.4372°

◆ 観測所間の距離

- ◇ SESAME と BMKG 97182 : 4.5 km
- ◇ Panakkukang と BMKG-97182 : 4.4 km
- ◇ SESAME と Panakkukang: 1.9 km

図 12 SESAME 観測地点と BMKG 観測所の位置関係
(出典 : Google Earth および BMKG ウェブサイト)

月別降水量のグラフならびに月降水量を累積したダブルマスカーブのグラフと観測データの統計値を示す。なお、BMKG は毎日午前 7 時に観測された日データであるため、SESAME のデータも同時刻で集計して日データに変換した。また、BMKG の観測データには欠測が認められるが、ここでは欠測補填は行わず、簡易的に欠測日は 0 (ゼロ) mm として集計した。SESAME でも 2020 年 4 月 28~30 日の 3 日間は欠測であった。

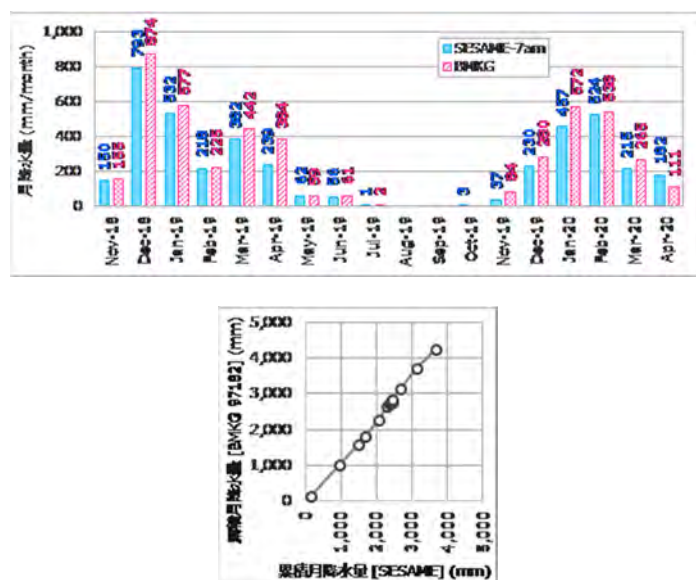


図 13 月別降水量の比較およびダブルマスカーブ
(出典 : SESAME および BMKG ウェブサイト)

表 15 観測降水量の統計値

観測システム	降水量合計値		欠測日数	
	2019 年	全期間	2019 年	全期間
SESAME	1,758 mm	4,078 mm	0 日	3 日
BMKG	2,114 mm	4,629 mm	35 日	70 日

(出典 : SESAME および BMKG ウェブサイト)

(注 : 2019 年は 2019/1/1~2019/12/31、全期間は 2018/11/1~2020/4/30 を示す)

月別降水量の相関係数は 98.6%と算定されることから、相関は高いと言えるが、合計降水量は両方で 1 割程度異なり、SESAME 観測データの方が少ない傾向にある。

他方、概略設計時には 1979～2016 年の Panakkukang 観測所の日降水量データが概略設計業務に使用された。その際に作成された BMKG-97182 観測所と Panakkukang 観測所のダブルマスカーブを示す。ダブルマスカーブで見ると、両者の降水量は概ね等しいことが判る。以上から、SESAME システムの降水量データは本来よりも小さく観測されている可能性が考えられる。本業務では降雨イベントの比較として用いるため問題ないが、今後、SESAME の降水量データを使用して貯留槽設置計画を立案・更新する場合には、改めて評価する必要がある。

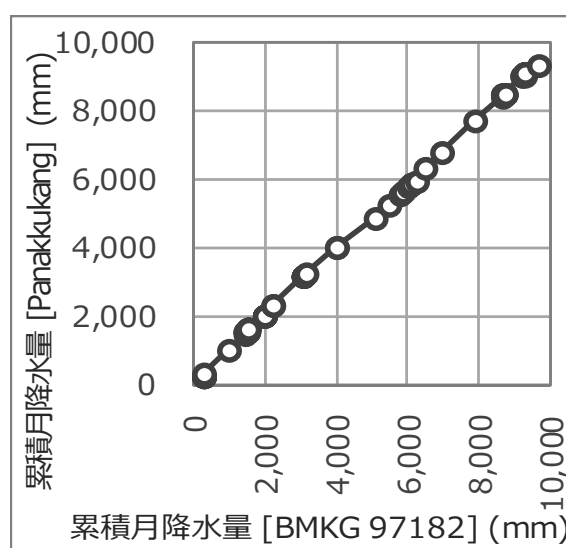


図 14 BMKG-97182 と Panakkukang のダブルマスカーブ
(出典：概略設計報告書 (2017 年 11 月))

➤ 貯留槽設置前後の流水の挙動の比較

降雨データ 65 件について、降水の特徴と流水の挙動の関係を貯留槽の設置前後でグループ分けして散布図として示す。このうち⑦貯留槽内水位 WL2 上昇量は、貯留槽設置後のデータしか存在しないため設置前後の比較にならないが、参考として示す。

A) 閾値到達前降水量ⁱ (①) と流水の挙動 (④⑤⑥⑦) の関係の変化

4 つのグラフのうち、①-④のグラフ (左上) については、設置後の方が僅かに小さくなる傾向が見て取れる。①-⑤および①-⑥については、貯留槽の設置前後で変化は見られない。

ⁱ 水路水位が 1.405m (閾値) を超過するまでの降り始めからの降水量

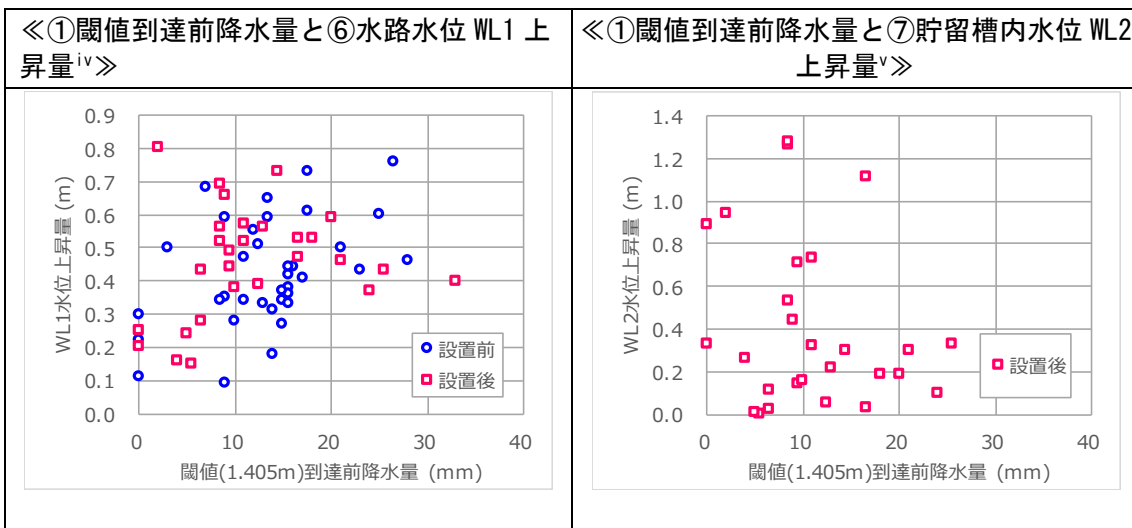
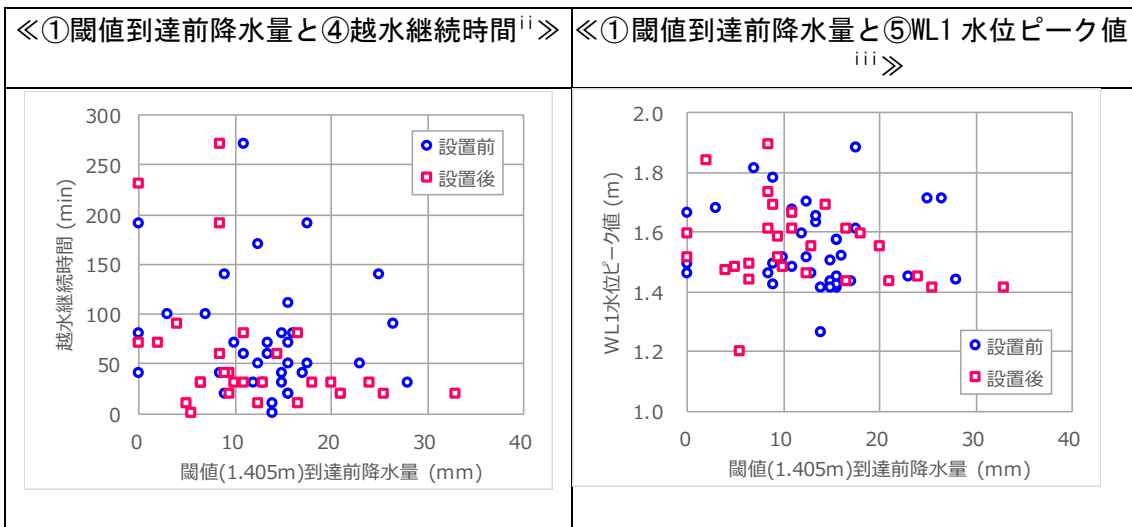


図 15 閾値到達前降水量と流水の関係

B) 総降水量^{vi} (②) と流水の挙動 (④⑤⑥⑦) の関係の変化

上記と同様に、4つのグラフのうち、②-④のグラフ(左上)については、設置後の方が僅かに小さくなる傾向が見て取れる。②-⑤および②-⑥については、貯留槽の設置前後で変化は見られない。

ii 水路水位が 1.405m (閾値) を超過している時間
 iii 水路水位の最大値
 iv 水路水位の降り始めから終わりまでの水位上昇量
 v 貯留槽内水位の降り始めから終わりまでの水位上昇量
 vi 降り始めから終わりまでの総降水量

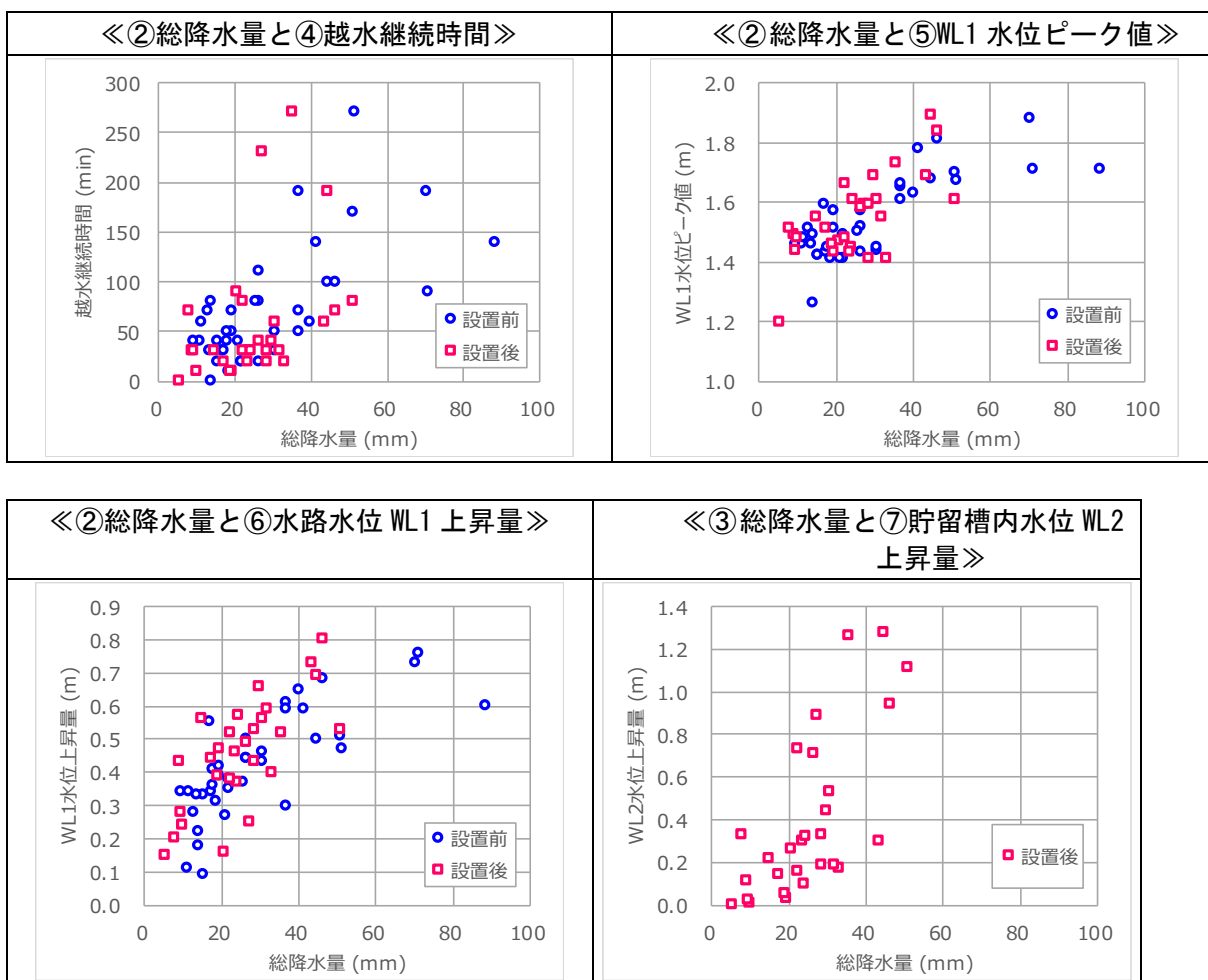


図 16 総降水量と流水の関係

C) 降雨継続時間^{vii} (③) と流水の挙動 (④⑤⑥⑦) の関係の変化

上記と同様に、4つのグラフのうち、③-④のグラフ(左上)については、設置後の方が僅かに小さくなる傾向が見て取れる。③-⑤および③-⑥については、貯留槽の設置前後で変化は見られない。

^{vii} 降り始めから終わりまでの継続時間

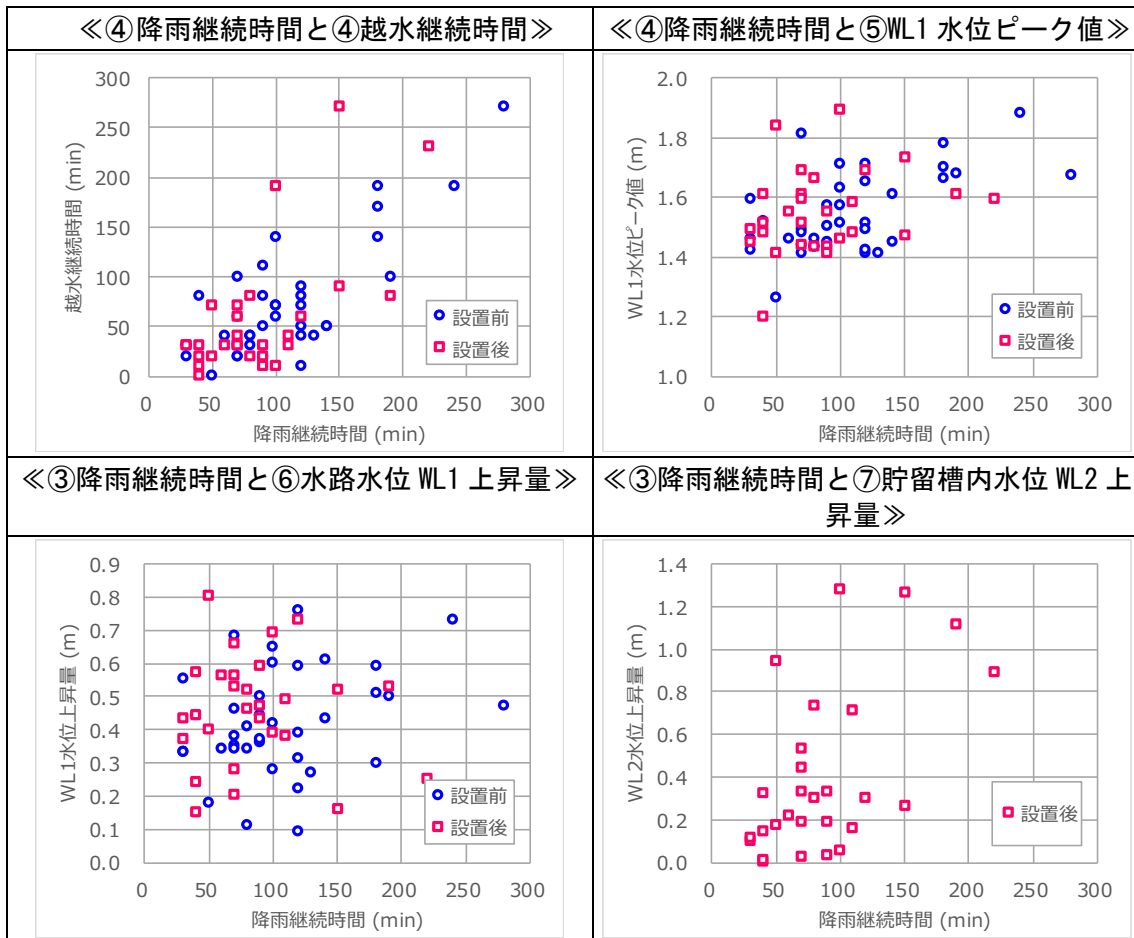


図 17 降雨継続時間と流水の関係

D) 越水継続時間の評価

上記の散布図による比較を通して、降雨（①②③）と越水継続時間（④）の関係には貯留槽の設置前後で変化が確認された。しかしながら、設置後グループの方は越水継続時間が短くなるとはいえ、グラフ中には越水継続時間が大きく、グループ全体から逸脱するプロットも散見される。逸脱するプロットを黒丸で囲んで示す。

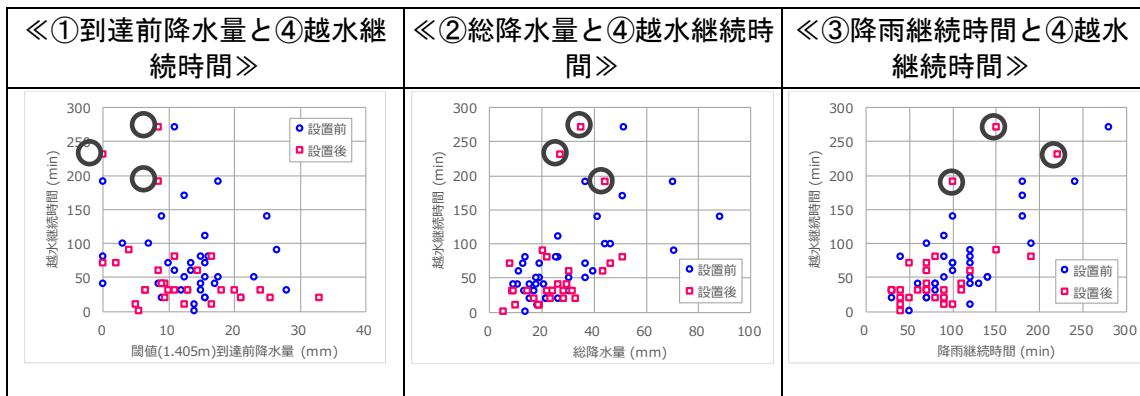


図 18 降雨と越水継続時間の関係

それらがどのような降雨イベントであったのか、時系列のハイドログラフで確認した。黒丸で囲んだ3つのプロットのうちの1つを下図に示す。同図から、貯留槽内水位 WL2 が水路水位 WL1 と同じ高さまで上昇し（貯留槽が満水になり）、それ以上水路から流入できない状況になっていたことが判った。そのため、水路水位を下げる効果がなくなり、越水継続時間が長期化していたものである。

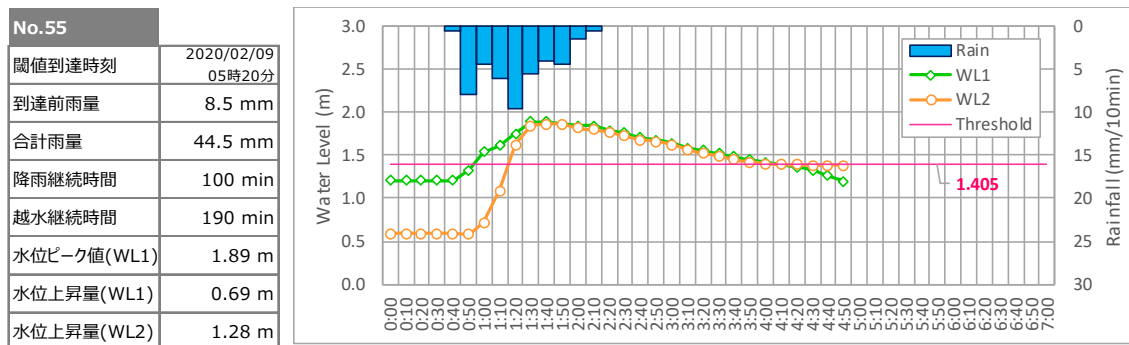


図 19 集団から逸脱する降雨イベントのハイドログラフ

ここで、実証事業においては施設規模や貯留槽の排水運用に限界があるため、そのような特殊な状況を除いて効果を評価することとした。これの他に、もう1件同様なハイドロを示す事象があり、合計4件のプロットを除いてグラフ化した。このように補正した後で貯留槽設置前後のグループを比較すると、②-④および③-④の関係から、越水継続時間が概ね3分の2程度にまで短縮されることが判った。なお、①-④の関係ではプロットのバラつきが大きいため近似曲線は表示していない。

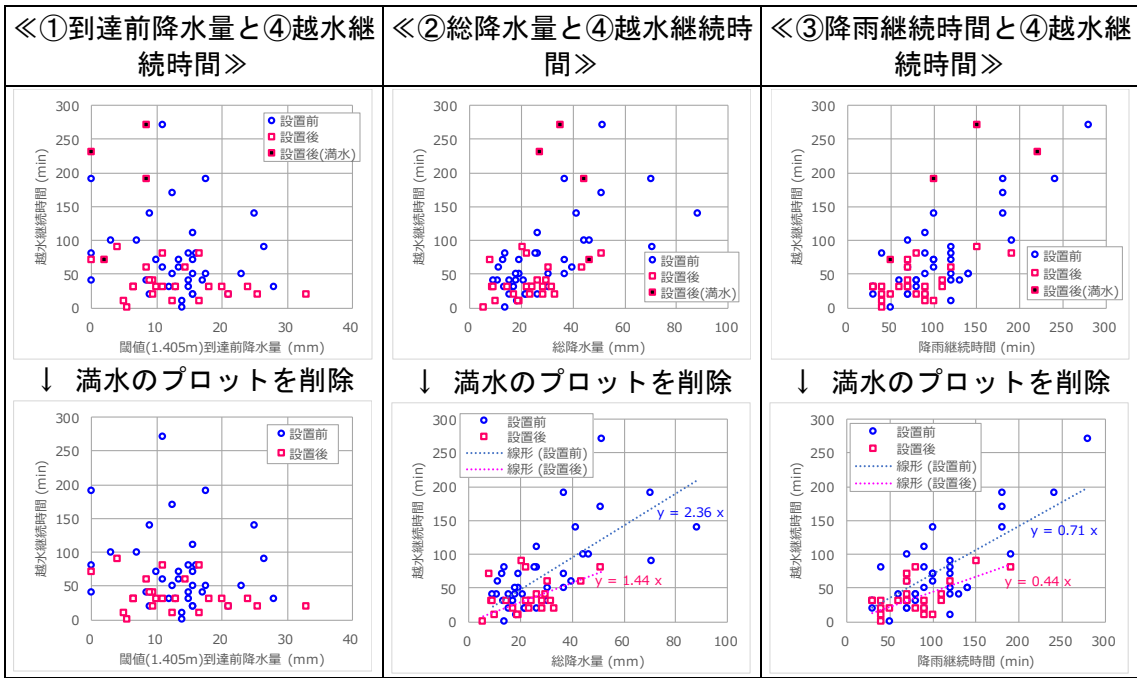


図 20 降雨と越水継続時間の関係（補正後）

E) 貯留槽への流入率

集水域に降った雨のうち何割が雨水貯留槽へ流入したのかを確認するため、総降水量（②）と貯留槽内水位 WL2 上昇量（⑦）を用いて、以下の式から流入率を算定した。28 件の流入事象は示す通りであり、流入率の平均値は 11%であった。

$$\text{流入率 (\%)} = \frac{\text{貯留槽内水位 WL2 上昇量 (m)} \times \text{貯留槽床面積 } 553 \text{ (m}^2\text{)}}{\text{総降水量 (mm)} \times \text{集水面積 } 72,927 \text{ (m}^2\text{)}}$$

≪②総降水量と⑦貯留槽内水位 WL2 上昇量≫

≪②総降水量と流入率≫

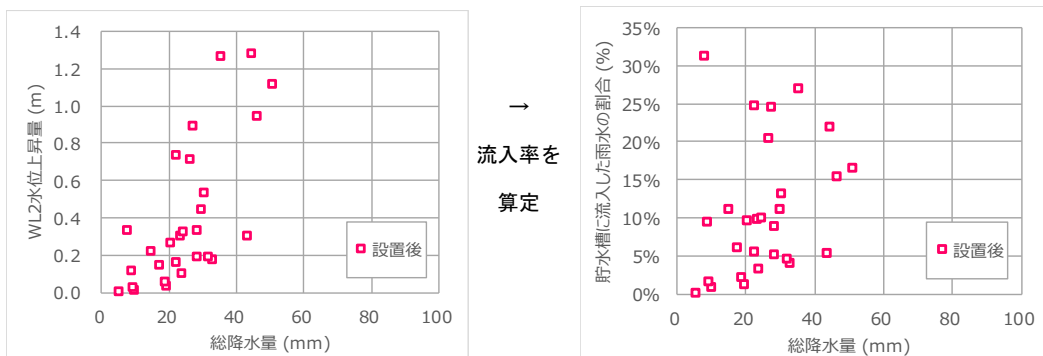


図 21 総降雨量と流入率の関係

➤ 検証のまとめ

上記の検討結果から、貯留槽設置の効果検証として、以下の結論を得た。

- ・ 設置した貯留槽は、集水域に降った総雨量のうち、平均で約 11%分を貯留していた。すなわち貯留槽は、貯留槽よりも下流に対して、約 1 割の流出を低減させる効果を発揮した。集水域に降った総雨量の約 11%を貯留した検証結果は、決して小さくはなく、道路冠水時間を約 1/3 削減できたという結果と合わせ、1つの成果として評価している。
- ・ 降雨後に水路水位（WL1）が 1.405m を超えている時間は、貯留槽設置前に比べて、設置後は約 3 分の 2 に短縮された。すなわち貯留槽は、水路の負担を軽減させる効果を発揮した。
- ・ 対象地域の道路冠水は水路の流下能力不足のみでなく、複雑な要因で発生している。例えば降雨開始から 10 分程度は水路内の水は逆流する（上流へ向かって流れる）。これは水路下流側よりも州庁舎前の方が水路床よりも低いためである。降雨開始から十数分経過して、流量が増加するとともに、下流へ向かって流れ始める。同様に、降雨終了後にプレキャスト雨水貯留槽下流端からポンプ排水する際は、排水されて水路に戻った水は、まず上流に向かって流れる。十数分経過すると下流向きとなる。また、道路冠水と水路水位が連動すること（水位の上下動が同じ挙動）は、静止画の比較から定性的に確認できた。そのため、上記で述べた通り水路水位が高い時間が短縮することにより、道路冠水の時間も短縮すると考えられる。
- ・ 水路水位（WL1）の上昇量ならびにピーク値が貯留槽設置の前後で変化傾向が見られなかったのは、初期水位の条件が降雨イベントごとに大きく異なっていたことが影響している。水路水位（WL1）の上昇量ならびにピーク値も本来は変化が生じていると想定されるが、その変化以上に降雨前の水路状況が大きく影響するため、貯留槽設置による効果（変化）が薄れて見えなくなったと考えられる。

対象地で設置されたプレキャスト雨水貯留槽の今後の運用やより良い排水環境の実現に向けて、次の考察ができる。プレキャスト雨水貯留槽の効果を最大限に発揮させるためには、降雨発生前に貯留槽内の水位をできるだけ下げておく（貯留槽を空にしておく）ことが望ましい。前の降雨イベントで貯留された雨水が残っていると、それだけ貯留可能量が減少することになるため、降雨後は速やかに排水することが求められる。また対象地の地形・水理条件を考慮すると、水路自体の改修工事（水路拡幅）が実施されない限り、プレキャスト雨水貯留槽の設置のみで道路の冠水が解消することはない。また、将来的な気候変動に伴う異常豪雨の影響を少しでも緩和するためにも、複数の改善策を組み合わせることで被害軽減を図っていく必要がある。今後、水路の改修工事が早期に実施されるとともに、今回設置された雨水貯留槽がその被害軽減策の一部として今後も活用されることが期待される。

調査期間中に観測した 10 分毎の静止画では、交通の流れがどの程度滞ったのかを定量的

に評価することは困難であるため、以下に定性的な評価を示す。

前頁検証のまとめの中で述べている、「降雨後に水位（WL1）が 1.405m を超えている時間は、貯留槽設置前に比べて、設置後は約 3分の2に短縮された。すなわち貯留槽は、水路の負担を軽減させる効果を発揮した」「対象地域の道路冠水は水路の流下能力不足のみでなく、複雑な要因で発生しているものであるが、道路冠水と水路水位が連動することは静止画の比較から定性的に確認できた。そのため、上記で述べた通り 水路水位が高い時間が短縮することにより、道路冠水の時間も短縮すると考えられる」

他方、静止画の確認により、通常時には片側3車線で利用されているが、冠水時にはほぼ1車線で利用されていることが分かった。下記写真に見られるように、車両は浸水深の大きい水路側の車線を避けて、中央分離帯沿いの1車線に集中している。また、画像中の車両やバイクの被写体ブレの変化から、冠水時には移動速度が落ちている様子も見て取れる。



上述の情報を総合的に勘案すると、道路冠水の時間が短縮されることにより、利用可能な車線数が減少する時間が短縮されるとともに、車両等の速度が低下する時間が短縮されることから、交通渋滞が緩和されると考えることができる。また、この効果は該当道路のみでなく、連結する周辺道路にも波及すると言える。

2-2：他の公共工事と工期やコストについて比較検証を行う。

詳細活動内容：

他の公共工事と工期やコストについての比較検証では、プレキャスト雨水貯留槽工事が他の工法より総合的なコスト優位性があることが明らかとなった。検証項目は工期、コスト、耐久性、品質であり、詳細を下記に示す。

工期については、現場打ち貯留槽工事に関しては全工種（基礎工、仮設工、躯体工（側壁、中壁工）、底版工、頂版工）暦日数で253.1日、プレキャスト雨水貯留槽工事に関しては全工種（部材製作工、底版工、基礎工、目地工、部材据付工）暦日数で79.3となり現場打ち比で0.31倍となった。（準備工、掘削工・運搬工、流入、流出水路工、埋戻工、残土処理・運搬工、現状復旧工事は共通工として比較対象外）

現地コントラクターの作業員の技術力も高く、施工指導していく中で、現場作業の理解度

も良く、当初は工程の遅れも懸念されたが、工事全体の工程計画5ヵ月を予定通り、工期内に施工完了する事ができた。

コストについては、現地コントラクターより単価情報入手し、現場打ち貯留槽工事に関しては、全工種でトータルコスト36,705,000円、プレキャスト雨水貯留槽工事に関しては全工種でトータルコスト23,913,000円となり現場打ち比0.65倍となった。

プレキャスト雨水貯留槽は雨水を多く取り込む必要があるため、施設内に多くの部屋を有しており、それらは多くの壁や天井で囲まれている構造である。現場打雨水貯留槽ではそれらを現場で作る必要があり多くの時間とコストを要する。一方、プレキャスト雨水貯留槽では工場にて一貫した品質管理のもと、同一部材を効率よく生産できるため、コストも抑えられ、工法としても重機で並べていだけなので工期が大幅に短縮される。

耐久性・品質については、プレキャストコンクリート製品の活用効果として以下に纏める。

- ・ 工場生産管理されているため、品質にバラツキが少なく緻密な構造物となる。また、高強度のコンクリートを使用するため耐久性が向上する。
- ・ 規格化（標準設計化）が促進され、効率的な設計や工事発注ができる。
- ・ 現場における施工管理（品質管理、写真管理等）が軽減できる。
- ・ 工場製品であるため、工事書類の削減が期待できる。

総合評価として、工期、コスト、耐久性・品質、全ての比較検証において、プレキャスト雨水貯留槽工事の優位性があることが確認された。

◆貯留槽を運用、維持管理する上で最も懸念されるのがゴミや落葉への対応だと考えられる。ゴミや落葉が滞留すると流入口を閉塞、水路自体の流下能力低下につながるためである。対策として、流入口両サイドへゴミ収容の為にゲート（網）を設置する、またはフロート式のフェンスガードを設置するなど考えられるが、外部人材（日本工営株式会社）と株式会社ヤマウで現地調査を2019年12月実施し、今後の対応を決定した。現地調査の結果は以下の通りである。

◆ 現地調査概要

➤ 現地調査の目的

効果検証ならびにマニュアル詳細・セミナー資料作成に向けて、現場視察および関係機関へのインタビューを通して下記事項を確認する。

- ・ 雨水貯留槽ならびに流入部、放流施設の施工状況
- ・ 雨水貯留槽内の堆砂、ゴミ流入の状況
- ・ 水路の底面/壁面の材質、水路内の堆砂状況、水路の清掃実績
- ・ 道路から水路まで歩道下を流れる通水路の状況（ゴミ詰まり等）
- ・ インドネシア国内の都市排水整備に関する既存技術基準

◆ 現地調査におけるファインディング

➤ 道路・水路からプレキャスト雨水貯留槽への流入

道路から水路へは順調に流れるが、通水路によってはカルバートが破損し歩道上をバイクが通行できないため、通水路上に 30cm 大の石が置かれ、通水路が完全に塞がれている箇所がある。ゴミ詰まりによる通水阻害は見られなかった。

なお、降雨時に水路内の水位が上昇すると、水路を流れる水が溢れ、この通水路を逆流して道路へ氾濫する状況を確認した（SESAME カメラおよび 12/10 撮影ビデオと現場状況の検証）。



正常なカルバート



破損したカルバートとバイク通行用の置石

➤ 水路内の水の挙動

降雨開始から 10 分程度は水路内の水は逆流する（上流へ向かって流れる）。これは水路下流側よりも庁舎前の方が水路床よりも低いためである。降雨開始から十数分経過して、流量が増加するとともに、下流へ向かって流れ始める。同様に、降雨終了後にプレキャスト雨水貯留槽下流端からポンプ排水する際は、排水されて水路に戻った水は、まず上流に向かって流れる。十数分経過すると下流向きとなる。

➤ プレキャスト雨水貯留槽流入口

流入口に設置したゴミ流入防止・小動物進入防止のスクリーンに落ち葉が溜まり、水路からの水の流入を阻害していることが明確に確認できた。落ち葉は土砂やゴミと絡まって、約10cm厚でスクリーンに貼り付いている状況である。



12/18 撮影の流入口（12/17 降雨後）



上から観察すると約10cmの厚み

➤ プレキャスト雨水貯留からの排水

貯留槽内部の集水に時間がかかるため（全長約70M）、ポンプ周辺で一旦水深ゼロとなっても、数分後には集水し5cm程度の水深となる。水深ゼロまで排水する場合は最後を何度かに分けて排水する必要がある（全長70m幅8mあるため集水にタイムラグがある）。



ポンプ操作盤



ポンプ排水管



放流地点

◆ プレキャスト雨水貯留槽内部の環境

➤ 作業環境

- ・点検口のフタ（扉）を開けるには2人以上必要である

- ・水路で通常滞留している汚水が流入することから、悪臭を懸念していたが、実際には臭いが気になることはなく、マスク無しでも作業できる程度であった
- ・内部の気温は、地上との違いをほとんど感じなかった
- ・湿度は地上より高いが、作業に支障はない程度であった
- ・4つの点検口を全て開ければ、電灯がなくても歩行に支障はない
- ・排砂作業時はヘッドライトを使用することが望ましい

➤ 堆砂およびゴミ流入状況

- ・12/17までの3回の雨水流入に対して、堆砂深は1mm程度（目視）であった
- ・堆砂は下流側に偏ることなく、上流から下流までほぼ均等に堆積していた。むしろ流入口付近の方が堆砂しているように見受けられた（1mm程度のため正確には不明）
- ・内部で確認したゴミは、ポリ袋1点、木片1点および落ち葉多数であった
- ・12/10ビデオではネズミが浸入する様子が記録されていたが、内部で確認した生物は5cm程度の魚が最大であった



ハシゴの設置



貯留槽内に降りる様子



ポンプ周辺



フラッシュなしで撮影



最上流点検口下の堆砂



内部から見た流入口

➤ 技術基準および水路管理に関する現地政府との面談

技術基準として、公共事業・国民住宅省 大臣規則(PerMen) No. 12/PRT/M/2014「都市排水システムの管理」の他に準拠すべき文書の有無について、また、プロジェクトサイト前の水路の維持管理等について、現地政府機関から情報を収集した。

<州政府>

日時：2019年12月17日

機関名：南スラウェシ州 水資源・居住・空間計画局 水資源・居住課

主な聞き取り事項：

- ・ 州独自の技術基準はなく、都市排水については PerMen No.12/2014 に従う
- ・ 1 次水路は州政府、2 次・3 次水路は市政府の役割分担となっている。そのため、プロジェクトサイト前の水路については市が管理する
- ・ 都市排水は通常、Cipta karya（居住）という名前が付く部門が担当するが、本局では 2017 年の再編で Cipta karya が合流したばかりであるため、実態としては都市排水事業に関する活動はまだ限定的である

<市政府>

日時：2019 年 12 月 18 日

機関名：マカッサル市 公共事業局 水資源・排水課

主な聞き取り事項：

- ・ 市独自の技術基準はなく、都市排水については PerMen No.12/2014 に従う。なお、現在 PerDa（地方規則）を策定中である。2014 年策定のマカッサル市排水 M/P も PerMen No.12/2014 に準拠した
- ・ 面談に同席していた ADB プロジェクトのコンサルタントから、他プロジェクトの報告書では下記のインドネシア国家規格（SNI）が参照されていると紹介があった
 - a) SNI 03-1724-1989: Guidelines on Hydrologic and Hydraulic Planning for River Structures
 - b) SNI 02-2406-1991: General Planning Procedures for Urban Drainage
 - c) SNI 03-2415-1991: Flood Discharge Calculation Method
 - d) SNI 03 3424 1994: Procedures for Drainage Design
 - e) SNI 03-2453-2002: Procedures for Rainwater Infiltration Planning Technique
 - f) SNI 06-2459-2002: Specifications on Rainwater Infiltration Well
- ・ プロジェクトサイト前の水路の改修事業は公共事業・国民住宅省の道路事務所が計画したものであり、同事務所が実施することになっている。しかし、実施時期に付いて市は把握していない
- ・ 水路下流端（Pampang 川との合流点）のポンプ排水施設は 2018 年 12 月に設置された
- ・ 樋門は河川水位の上昇に応じて自動的に閉まる仕組みである。施設の管理は市であるが、設置後の 1 年間で何回稼働したか記録はない
- ・ 水路の簡易な清掃は毎日実施している。大規模な清掃は年 2 回、2 月と 10 月に実施する事になっている
- ・ 前は 10~11 月に実施しており、モール前の水路まで含めて 449M で 234 m³の土砂を排出、つまり、定期的に土砂を取り除かなければ、水路機能を果たさない状態となり、浸水対策（貯留槽への流入）にも大きな影響を及ぼすことになる

➤ プレキャスト雨水貯留槽流入口の落葉の課題

落葉が流入を阻害する状況が改善されなければ、貯留槽設置の効果がほとんど発現しないまま実証事業が終了してしまう事が懸念される。早急に対応しなければ、最も降水量の多い1月に検証データが適切に観測されない事態を招く。清掃では適宜落葉（ゴミ）を除去できないため、構造的な対策が必要となる。現時点では下記表に示す3案が考えられるが、対策に伴う新たな課題を考慮すると、本実証事業ではC案が適していると考えられる。

表 16 落葉のための構造的な対策案

案	対策内容	留意事項（新たな課題）	評価
A	水路内で流入口よりも数m上流および数m下流にそれぞれフェンスを設けて、水路内を流れる落ち葉が流入口に近寄らないようにする	<ul style="list-style-type: none"> フェンスに溜まる浮遊物が水路内の流下を阻害する（溢水を招く） フェンス清掃の負担が大きい。 	△
B	現在のスクリーンを撤去し、アクアポンド内部で落ち葉を回収する構造とする。ポンプ運用に支障がないようポンプ周囲をフェンスで囲み、そのフェンスで落ち葉を回収する	<ul style="list-style-type: none"> 子供たちが遊びで入ると事故に繋がる 大きな流木等が流れ込むと、流入カルバート内の電話線パイプを破壊する可能性がある 	△
C	落ち葉回収はB案と同様であるが、完全撤去ではなく粗いスクリーン（7~10cm幅の縦格子スクリーン等）に取り換える	<ul style="list-style-type: none"> 落ち葉は通るが流木は通らないようサイズを選定する必要がある 	○

➤ 落葉流入を阻害する状況の対策

12月の現地調査報告を受け、貯留槽への流入が阻害され、効果の検証が出来ない懸念を改善するため、株式会社ヤマウで対応策を協議、流入口フィルター（縦格子幅100mm）および通水路改修工事、落葉/ゴミ回収ネット設置工事を2020年1月に実施した。落葉/ゴミ回収ネットは、フィルターの目を粗くすることで落葉/ゴミがフィルターにかかることなく通過する事から、貯留槽内のメンテナンス作業時、落葉/ゴミ回収効率を考慮して設置したものである。工事経過を以下写真で示す。尚、通水路改修工事はマカッサル市公共事業局の監修で実施された。



フィルター改修状況



フィルター改修状況



フィルター改修完了



フィルター改修完了



通水路改修状況



通水路改修状況



通水路改修状況



通水路改修完了



貯留槽内 回収ネット設置完了

成果③にかかる活動結果

3-1：南スラウェシ州水資源局のプレキャスト雨水貯留槽継続的安定運用のために、施設及び付属装置の運用・維持管理マニュアルを作成する。

詳細活動内容：

◆ 雨水貯留槽マニュアル作成を作成する。

作成するマニュアルは、マカッサル市内で敷設済みの雨水貯留槽の運用・維持管理に用いられるのみでなく、今後、インドネシアの各地で新たに設置検討する場所で、設置前に施設緒元等を決定する際にも使用されるものである。本業務では、水文および維持管理のマニュアルを作成する。

マニュアル作成のうち水文については、「水文・水理」として、貯留槽を設計するために必要となる水文解析、水理設計（流入部・放流施設の設計）の手順等を示す内容としている。

維持管理については複数の事項に分割されるが、本業務では貯留槽からの排砂に関する維持管理のみに限定して記述する。

◆ 準拠する基準類の収集およびレビュー

➤ インドネシア国の技術基準

マニュアル作成のため、以下のインドネシア国技術基準を収集し、レビューした。

- ・ Ministerial Regulation No.11/2014: Rain Water Management on Building
- ・ Ministerial Regulation No.12/2014: Organizing Drainage System in Urban
- ・ SNI 03-1724-1989: Guidelines on Hydrologic and Hydraulic Planning for River Structures

このうち、マニュアルには、主に「Ministerial Regulation No.12/2014: Organizing Drainage System in Urban」に記載されている貯留槽の最適な配置箇所選定方法、降雨強度算出方法、流出係数、粗度係数、対象確率年、計画に用いる確率年の基準を適用した。

➤ 日本国の技術基準

マニュアル作成のために収集、レビューした日本国の技術基準を示す。

表 17 日本国の技術基準

No.	基準名称	発行者	レビュー内容
1	防災調節池等技術基準（案）	日本河川協会	降雨解析・流出解析手法、放流設備の設計
2	プレキャスト式雨水地下貯留施設技術マニュアル[改訂版]	下水道新技術推進機構	排水時間、放流方式の種類 5章 維持管理の目次構成、維持管理時の安全管理、排砂方法
3	水理公式集	土木学会	刃型堰の越流公式
4	揚排水ポンプ設備技術基準	国土交通省	各流量における排水ポンプの必要台数の目安

No.	基準名称	発行者	レビュー内容
5	貯留施設の設計	静岡市	流入方式の種類、貯留槽の予備容量
6	中小河川計画の手引き（案）	中小河川計画検討会	洪水到達時間算出におけるKinematic Wave 式の係数 C
7	雨水貯留槽の維持管理基準	静岡市	雨水貯留槽の検査種類
8	雨水貯留槽の維持管理基準	福岡市	雨水貯留槽の検査周期

◆ マニュアル構成の検討

➤ 全体構成

マニュアルは大きく分けると次の構成で作成される。

表 18 雨水貯留槽マニュアルの構成

No.	目次	具体的な内容
1	水文・水理	雨水貯留槽を設計するための水文・水理解析の手順
2	設計	雨水貯留槽の配置、構造計算の手順
3	製造	雨水貯留槽の製造の手順
4	施工	雨水貯留槽の施工の手順
5	維持管理	雨水貯留槽を継続安定運用するための維持管理の手順

（出典：業務計画書（2018年7月、株式会社ヤマウ））

➤ 水文・水理

マニュアル1章の目次構成は、概略設計時の目次構成をベースに、貯留槽設置についてインドネシア国全域を対象として、一般化する場合に必要なと想定される部分を次の通り追加した。マニュアル1章の目次構成を示す。

表 19 概略設計時の目次構成より追加した項目および概要

節番号	項目名	追加した内容
1.1 節	水文解析手順	マニュアルの目次構成に従い、各解析手順及び各解析手順で必要な入力データをフローチャートで示した
1.2 節	貯留槽の配置検討	概略設計時では貯留槽の配置が既に決まっていたが、インドネシア国全域を対象とした本マニュアルでは、大臣規則に従い貯留槽の最適配置の決定方法を記載した
1.3 節	データ収集	貯留槽設置のために必要な収集データをまとめて記載した

節番号	項目名	追加した内容
1.4 節	対象確率年	既往概略設計時では貯留槽の容量が予め決定されていたが、本マニュアルでは大臣規則に従い都市の規模と集水面積に応じて対象確率年を設定する様に記載した。
1.7 節	貯留槽の必要容量	既往概略設計時では貯留槽の容量が予め決定されていたが、本マニュアルでは対象確率年に応じて貯留槽の必要容量を設定することとした
1.8 節	貯留槽流入部の設計	既往概略設計時では横越流堰の設計を行っているが、本マニュアルでは横越流堰に加え、正面越流堰、分岐管の設計について記載した
1.9 節	貯留槽放流部の設計	既往概略設計時ではポンプ排水のための設計を行っているが、本マニュアルではオリフィスによる自然流下方式の設計方法について記載した。また放流管、塵除けスクリーン、放流管流入部の設計についても追加で記載した

表 20 マニュアル1章の目次構成（水文・水理）

1章の章節タイトル	
Chapter 1	Hydrology and Hydraulic Study
1.1	Procedure of Hydrological Analysis
1.2	Determination of Location for Rain Water Storage
1.3	Data Collection
1.4	Target Return Periods
1.5	Rainfall Analysis
	1.5.1 Probable Rainfall
	1.5.2 Rainfall Intensity in Flood Duration
1.6	Runoff Analysis
	1.6.1 Conditions of Computation
	1.6.2 Design Hydrograph
1.7	Required Capacity of Rain Water Storage
	1.7.1 Flow Capacity of Drainage Canal
	1.7.2 Discharge which is Cut by Existing Drain System
	1.7.3 Overflow Discharge
	1.7.4 Result of Required Capacity of Rain Water Storage
	1.7.5 Allowable Capacity of Rain Water Storage
1.8	Design of Inlet for Rain Water Storage
	1.8.1 Inflow System
	1.8.2 Hydraulic Calculation
	1.8.3 Installation of Trash Screen
1.9	Design of Outlet for Rain Water Storage
	1.9.1 Draining Time
	1.9.2 Draining Discharge
	1.9.3 Determination of Outlet System
	1.9.4 Hydraulic Calculation of Outflow System
	1.9.5 Conduit Pipe
	1.9.6 Dust Guard Screen
	1.9.7 Entrance of Conduit Pipe

維持管理については、本業務では貯留槽からの排砂に関する維持管理のみに限定して記述することとして、当初計画していた。しかし複数の技術指針を確認した所、排砂のみを項目建てしている指針が見当たらなかった。そのため排砂のみを取り立てて項目建てすることは難しいと考え、次に示す通りの目次構成とした。この目次構成は「プレキャスト式雨水地下貯留施設技術マニュアル[改訂版]」に記載されている維持管理マニュアルの目次構成と同様としている。

表 21 マニュアル 5 章の目次構成（維持管理）

5 章の章節タイトル	作成担当
Chapter 5 Maintenance	
5.1 Basic Policy of Maintenance	(株)ヤマウ
5.1.1 Purpose of Maintenance	
5.1.2 Procedure of Maintenance	
5.2 Procedure of Maintenance	
5.2.1 Inspection	日本工営(株)
(1) Basic Policy	
(2) Inspection Type	
(3) Periodic Inspection	
(4) Extraordinary Inspection	
(5) Functional Inspection	
(6) Inspection Check List	
5.2.2 Sediment Cleaning in Rain Water Storage and Related Facilities	日本工営(株)
(1) Safety Management	
(2) Classification of Sediment and Location to be Cleaned	
(3) Sediment Cleaning Method	
5.2.3 Repair	(株)ヤマウ
(1) Rain Water Storage	
(2) Inspection Hole and Other Opening	
(3) Inlet and Outlet	
5.2.4 Countermeasure for Disaster and Accident	(株)ヤマウ
5.2.5 Ledger for Facility Management	(株)ヤマウ
(1) Ledger for Rain Water Storage	
(2) Maintenance Record	

◆ マニュアルの作成

➤ 水文解析手順（マニュアル 1.1 節）

貯留槽設置のための水文解析のフローチャートを作成した。このフローチャートで記載している作業手順は、マニュアル 1 章の目次構成と一致させている。

➤ 貯留槽の配置検討（マニュアル 1.2 節）

マカッサルに設置した貯留槽は既に設置場所が指定されていたが、貯留槽による洪水制御効果を最大化するためには設置個所の優先順位を明確にする必要がある。インドネシア国の公共事業・国民住宅省 大臣規則 No. 12/2014, 2.2.8 節では、6 つの基準から貯留槽設置位置の優先度を明確にしている。この大臣規則に従い、本マニュアルでも貯留槽設置位置の選定方法を記載した。

➤ データ収集（マニュアル 1.3 節）

貯留槽設置のための水文解析に必要なデータの一覧を本節に記載した。必要なデータは以下の 3 種類に分類して記載した。

- ・ 空間データ（地形、土地利用、既設排水システムマップ、氾濫マップ）
- ・ 水文データ（流域面積、降雨データ、氾濫データ、河川流量データ、既往排水システムの緒元）
- ・ 水理データ（河川・側溝・排水管の緒元）

➤ 対象確率年（マニュアル 1.4 節）

計画に用いる確率年は、上記大臣規則 No. 12/2014, 2.2.8 節において集水面積および都市のタイプに基づくものとしており（表 22 参照）、本マニュアルもこれと同様とした。

表 22 都市類型に基づく確率年

都市類型	集水面積 (ha)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	> 500
メトロポリタン	2 年	2 - 5 年	5 - 10 年	10 - 25 年
大規模都市	2 年	2 - 5 年	2 - 5 年	5 - 20 年
中規模都市	2 年	2 - 5 年	2 - 5 年	5 - 10 年
小規模都市	2 年	2 年	2 年	2 - 5 年

（出典：公共事業・国民住宅省 大臣規則 No. 12/PRT/M/2014 添付-I）

➤ 降雨解析（マニュアル 1.5 節）

大臣規則 No. 12/2014, 2.2.8 節に則り、下記内容を採用した上で計画降雨を算定することをマニュアルに記載した。

- ・ 計画降水量の算定は少なくとも 10 年分の雨量データを使用する
- ・ 降雨頻度分布は複数の確率年（1, 2, 5, 10, 25, 50 年）で Gumbel、Log Normal (LN) または Log Pearson Type III (LN3) で計画降雨を計算する
- ・ 雨量強度計算は物部式または適切な方法でレビューする

➤ 流出解析（マニュアル 1.6 節）

既往の概略設計に基づき、下記の 3 つの式もしくは適切な方法で洪水到達時間を算出することとした。

- ・ Uniform Flow Velocity Method
- ・ PWRI Method (Public Works Research Institute, Japan)
- ・ Kinematic Wave Theory Method

ハイドログラフの作成では、上記大臣規則 No. 12/2014, 2.2.3 節に則り、都市計画の洪水流量は合理式または他の適切な方法で計算することとした。なお、合理式で使用される流出係数は、大臣規則 No. 12/2014, Table 13 に記載されている値を採用した。

➤ 貯留槽の必要容量（マニュアル 1.7 節）

大臣規則 No. 12/2014, 2.2.8 節では、貯留槽の計画は上流域の既設洪水対策施設の効果を加味して検討することとしている。このため、貯留槽への流入量は、設計洪水流量から貯留槽下流への流下貯留槽への流入および貯留槽の計画地点より上流にある洪水制御施設によるピークカット分を減じて算出することとした。

貯留槽の必要容量は、上述した貯留槽への流入量を基に決定した。貯留槽の予備容量は、静岡市が提唱しているマニュアル「貯留施設の設計」によると、下記の理由により、貯留槽の予備容量（通常 1 割～2 割程度）を設けることを推奨している。

- ・対象降雨の違いによる貯留量の変動に対して、カバー率を高く確保できること
- ・流入土砂量等の堆積による貯留量減分にある程度対応が可能なこと
- ・当初計画の変更などにある程度対応が可能なこと

この考え方に則り、本マニュアルでも必要容量に対して 1 割～2 割程度の予備容量を設けることとした。

➤ 貯留槽流入部の設計（マニュアル 1.8 節）

静岡市が提唱しているマニュアル「貯留施設の設計」では、貯留槽への流入方式は集水升を用いて流入させる方式と、側溝や河川・既設排水管から流入させる方式の 2 種類提唱している。本マニュアルでもこの 2 種類の流入方式について取り纏めることとした。

A) 水理計算

側溝や河川・既設排水管から流入させる方式については、貯留槽への流入量をコントロールするため、下記の水理計算方法をマニュアルに記載した。

- ・正面越流堰の形状計算
- ・横越流堰の形状計算
- ・分岐管の形状計算

B) スクリーンの導入

流入口にゴミが溜まり、洪水時に貯留槽への流入量が低減すること、ゴミによる貯留槽の容量低減を防止するため、スクリーンを導入する旨を記載した。

➤ 貯留槽放流部の設計（マニュアル 1.9 節）

排水時間が長すぎると次回の洪水時に排水が完了せず、十分に貯留層の能力を発揮できない。また排水時間が短すぎると貯留槽下流への流下能力を超えてしまう。このため排水時間は適切に設定する必要があり、日本の各種指針や既往概略設計業務の報告書では排水時間を 12 時間と設定している。これに倣い、本マニュアルでも排水時間を 12 時間とした。

A) 排水量は、貯留槽の容量を排水時間で除することで算出することとした

B) 放流方式は、「プレキャスト式雨水地下貯留施設技術マニュアル〔改訂版〕—2011年3月—」を参考に、放流先の水位が放流高より低い場合は自然流下方式、高い場合はポンプ排水方式を採用することとした。

自然流下方式では、オリフィスによる放流量のコントロールが一般的である。オリフィスの形状は主に円形、四角形の2種類であるが、それぞれの形状（円形オリフィス：径、四角形オリフィス：高さ、幅）を決定する水理計算方法をマニュアルに記載した。また、ポンプ排水方式の場合は、排水量に応じて、ポンプ一台当たりの排水能力、ポンプの台数の決定が必要である。概略設計時には予算の関係から設置するポンプの設置台数を1台としたが、「揚排水ポンプ設備技術基準（国土交通省）」では、ポンプ故障時のリスク分散の観点から設置するポンプは2台以上とすべきとされている。また、同基準では排水量に応じて設置するポンプ台数の目安についても記載されている。本マニュアルでもポンプの設置台数は2台以上とし、下表を推奨することとした。

表 23 排水量毎のポンプ台数の関係

計画排水量	設置台数
30 m ³ /s 以下	2~4 台
30 m ³ /s 超~100 m ³ /s	3~5 台
100 m ³ /s 超~200 m ³ /s	4~6 台
200 m ³ /s 超~300 m ³ /s	5~7 台
300 m ³ /s 超	6~10 台

（出典：揚排水ポンプ設備技術基準（国土交通省））

「防災調節池等技術基準（案）」では、放流管は、圧力管と無圧管に分類されるが、圧力管は設計・施工上の留意点が多く、無圧管が一般的であると記載されている。このため、本マニュアルでは無圧管を対象に、必要管径の計算方法について記載した。なお同指針では、流路断面積が必要管径の3/4以下となる様にするにとされており、この考えについてもマニュアルに記載した。

「防災調節池等技術基準（案）」を参考に、土砂や粉塵による放流断面の阻害防止のために、放流管流入部周囲に塵除けスクリーンを設置することとした。また放流管流入部の必要断面積の算出方法を記載した。

➤ 維持管理（マニュアル5.2節）

「プレキャスト式雨水地下貯留施設技術マニュアル〔改訂版〕」を参考に、貯留槽及びその他の関連施設の維持管理を行う場合の安全管理方法（酸素濃度18%以上の確保、硫化水素濃度 1×10^{-5} 以下および維持管理実施中の換気）について記載した。

維持管理のための検査の種類については静岡市の維持管理基準を参考に、定期点検、臨時点検、機能点検の3種類とした。定期点検は、福岡市の維持管理基準を参考に、スクリー

ン、堆砂貯留部、貯留槽内部、その他（水位計、流量計）について、1か月-12か月の周期を設定した。また点検方法について、貯留槽本体、流入部、放流部、堆砂部、周辺施設（周辺地山、河道、側溝）の区分で記載した。臨時点検は「プレキャスト式雨水地下貯留施設技術マニュアル[改訂版]」に従い、地震や洪水前後の非常時に実施することとした。点検項目は定期点検時の箇所に加え、貯留槽が満水になっていないか、水位の急上昇/急低下の有無、放流状況を確認し、オリフィスの閉塞や施設内の亀裂・損傷の有無を点検できるようにした。降雨後に巡視による機能点検（貯留槽の水位、損傷、オリフィスの閉塞等の確認）をすることとした。

点検漏れを防ぐこと、点検結果の記録を残すことを目的として、各点検は点検表を用いて実施することとした。点検表のサンプルをマニュアルに記載した。

貯留槽及び関連施設の排砂では、排砂作業の実施前の安全対策について記載した。安全対策の内容は「プレキャスト式雨水地下貯留施設技術マニュアル[改訂版]」を参考に、排砂作業実施前、実施中の安全具の装着、酸素濃度・硫化水素濃度の確認・換気を実施することとした。また堆積物と堆積箇所の分類では、貯留槽に堆積されると考えられる堆積物の種類（きょう雑物、木片、コンクリート塊、グリース、土砂、汚物等）と堆積箇所（流路部、堆砂部、スリット、オリフィス、スクリーン等）について、マニュアルに記載した。

排砂方法は機械による排砂と、人力による排砂の2種類を記載した。堆積物が土砂のみの場合は吸引車等の真空ポンプによる吸引作業を、汚濁の著しい場合は高圧ポンプからの衝撃水を利用した除去方法とした。また人力による排砂についてはバケツやネコ台車で堆積土砂等を集め、ウィンチ等で施設外に排出する旨をマニュアルに記載した。

3-2 南スラウェシ州水資源局のマカッサル市内施設管理担当職員に対し、マニュアルをもとに施設の運営・維持管理手法を指導する。

詳細活動内容：

南スラウェシ州水資源局および一般管理部門職員、マカッサル市公共事業水路部門職員に対し、維持管理説明会を実施。維持管理のポイントは「点検」「清掃」「補修」「ポンプ」「災害および安全対策」とし、継続的な運営・維持管理を実施できる必要な技術と知識を、維持管理マニュアルを用いて説明した。

3-3 南スラウェシ州水資源局が雨水貯留槽活用のモデルケースとなるために習得すべき技術の説明会を開催する。

詳細活動内容：

事業計画では、2020年4月実施予定としていたが、活動3-3維持管理説明会に技術説明の要素を組み込んだ形式で代替した。

当初計画では南スラウェシ州職員、公共事業・国民住宅省職員の本邦受入れを実施する予定であったが、南スラウェシ州及び公共事業・国民住宅省のスケジュール確定が難しく2

度の受け入れ延期となった。その後、新型コロナウイルス感染症拡大で受入が不可能になったことから、本邦受入活動を中止し、2019年10月施設及び付属装置の継続した運用・維持管理及び技術の説明を組み込んだ、説明会を実施した。対象は南スラウェシ州（水資源局、一般管理部門、アセット部門）、マカッサル市公共事業（水路部門）とし、プレキャスト雨水貯留槽の点検・清掃・補修・ポンプ・災害および安全対策について維持管理マニュアルに纏め、雨水貯留施設の継続的な運営・維持管理に係る必要な知識や技術の修得を図った。ポイントとして各項目に対し継続的な取り組みが必要である事、作業は安全を最優先に考慮することが最も重要である。このような考え方に現地ではなじみが薄いため、理解するのに時間を要すると思われるが、運用がはじまり効果の検証が進めば自ずと理解が広がるのではと考えている。

成果④にかかる活動結果

4-1：普及活動及び市場調査から国内マーケットを分析する。

「企業機密情報につき 非公表」

4-2：事業展開における各種制約やリスクを検討する。

「企業機密情報につき 非公表」

4-3：ビジネス展開の仕組みや実施体制等を含めた将来的な事業計画を立案する。

「企業機密情報につき 非公表」

（2）事業目的の達成状況

プロジェクト実行段階において、日本のプレキャストコンクリート型枠メーカーや資材メーカーなどが、インドネシアのビジネス進出を行い、ほぼ現地調達率は製造経費の85%から90%くらいを想定できると考えられる。これはあくまでプレキャストコンクリート製品の資材調達率であり、技術供与等での進出を考えると、設計、設置工事等のコスト削減を詳細に行い、相手側に提案・提供していく事が、ビジネス展開の重要な要素と思われる。そのような観点から言えば、事業達成率は15%~20%に過ぎない。

いずれにしても、現在はコロナ禍で現地進出日系企業も撤退云々の瀬戸際であり、コロナ後の現地調査・マーケティングを経た上でなければ、事業の達成率（コスト計算に基づく）を確認して、数字をあげていく事は難しいものと思われる。

（3）開発課題解決の観点から見た貢献

インドネシアにおける開発課題を広く捉えた場合、下記の3点が挙げられる。

- インフラ整備
- 地方開発のための防災・災害対策

- 高等人材の育成

これらの課題に対して、本事業で期待される開発課題解決に向けた貢献としては、インフラ整備が実施されること、浸水に対する防災力が向上することである。人材育成については、本邦受入活動の実施に代わって、南スラウェシ州を対象としたプレキャスト雨水貯留槽の運用維持管理の指導、モデルケースとなるための「習得すべき技術の説明会」の開催がある。これらの広い貢献策によって得られるマカッサル市の具体的な効果としては、提案製品の与える影響の下記3点である。

- 道路冠水の削減及びその影響による交通渋滞の緩和
- 施工期間の短縮による工事期間中の交通渋滞の緩和
- 道路冠水による衛生課題の改善

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

① 国内の雇用創出、新規開拓、新規開発

通常の採用に加え、株式会社ヤマウがインドネシア国でビジネスを進めることで新たな採用が生まれる。国内でのインフラビジネス機会の減少から、土木分野の就職機会が減少しているなかで、海外に新しい市場を見つける端緒となり、福岡県で海外展開の実施を考えている企業が、地元的高等専門学校、大学、他県からの採用やシニア層の雇用を促進する。

② 国内関連企業の売上増

現地仕様による製品の製造が増加することにより、型枠設計と製造を、国内の型枠メーカーへ発注するために、国内需要の拡大が期待できる。

③ 新たなパートナーとの連携及び連携強化（地方自治体、経済団体、大学/研究機関等、各地中小企業支援関係機関等）

九州経済連合会がインドネシア共和国投資調整庁（BKPM）とMOUを締結しており、具体的な事業展開例となることで、九州経済連合会の活動に寄与したインドネシア共和国投資調整庁（BKPM）との連携強化に繋がる。

(5) 環境社会配慮 (※)

特になし。

(6) ジェンダー配慮 (※)

特になし。

(7) 貧困削減 (※)

特になし。

(8) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について
インドネシア国におけるコロナ収束後の状況判断に委ねるものとする。

(9) 今後の課題と対応策

設置後に迎える雨期の効果の実証を、相手先国 CP や顧客に定量的な資料で理解してもらう事が重要となる。また短納期での設置が可能な点が、現場打ちと比べるメリットであること、実際のコスト比較面からの有利さもやはり定量的に示してかなければならないことも課題として存在する。

そのため、2019年11月から2020年3月末までの雨季の雨量、水位、貯留槽の貯水効果を現地に設置した雨量計、水位計、監視カメラの蓄積情報をもとに、日本工営(株)にて解析を行ったデータにつき、その効果をより大きなものにするためには、何が問題であったのか、何を行うことが必要となるのかを、CP およびインドネシア側に普及事業で説明、PR していく予定であったが実施できていない。

一方で、コロナ禍は世界中で新たな変異種が発生しているため、インドネシア国におけるコロナ収束後の状況判断に委ねるものとする。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

「企業機密情報につき 非公表」

(2) 想定されるリスクと対応

「企業機密情報につき 非公表」

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

コロナ過で現地における普及事業（主にセミナー）を通して事業化の開発効果にかかる、現地側の意見を収集したうえで効果を考えるという手順であったが、コロナ感染症の影響で現地への渡航が見込めないことから、十分な分析が出来なかった。

(4) 事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

本プロジェクトを発足時から、社内において VUCA という不確実性の時代における海外事業は、国内事業以上に世界政治・経済の影響を受けやすいので、スピードが大切であるという指針を示していたが、海外ビジネスの経験が不十分なため海外事業の特殊性が理解できず、また全体的なプロジェクトを企画した経験がないため、全てにおいて時間がかかり、2年近くプロジェクトが遅延した。つまり、現地プロジェクトを開始したらその終了までに時間をかけすぎない、延期はリスクであるということを、海外展開を検討する企業は肝に銘ずべきものだと考える。

- ・ Volatility（変動性：変化が予測不能のパターンをもつこと）
- ・ Uncertainty（不確実性：問題や出来事の予測がつかないこと）
- ・ Complexity（複雑性：多数の原因や因子が絡み合っていること）
- ・ Ambiguity（曖昧性：出来事の因果関係が不明瞭で前例もないこと）

② JICA や政府関係機関に向けた提言

民間企業のプロジェクトにおけるリスクヘッジは、JICA や政府機関が一部責任をもって口出しすべきではないか。特に中小企業においては日本国内でさえ入札運営・管理は未経験であることがほとんどであり、ましてや海外の行政組織を動かすなど、その能力には限りがある。現地再委託による工事業者について、競争入札での選定が制度上求められたが、どのように入札業者を選定するのか、どのように海外において入札の公平性を担保しうるのか、その手法を理解している人間が、採用現地スタッフでさえ（恣意的に動く可能性があり）いないといった点で苦勞し、またカウンターパートナー内部の動きの公平性を判断することなどで手続きが順当に進まないなど支障があった。中小の民間企業にとって、経験のない外

国においてこのようなプロセスを踏むことは、特に未経験で交渉力がないため、相手方の恣意的な動きを制御するといった能力について持ち合わせていないため、その調整に多くの時間を費やしてしまい事業の遅れ等に直結する。最終的には書類での公平性の判断を行うのであり、提出書類のヒアリングを十分行い、現地での活動の簡易化をアドバイスするといったより丁寧な支援が必要な他、より効率的にスピード感をもって事業を進められる「随意契約」の要件緩和についても検討されたい。形式的な「公平という観点から」求めるのではなく、実務的にスピードと効率を重視する「随意契約」を容認するという観点が大事である。不正行為の防止にあたっては、帳票類のチェックで事後追徴するようなスタイルにすべきではないか。そのような寛容・裁量権を持ったプロジェクト管理を行わないと、ビジネスに至るまでに中小民間企業はマンパワー・時間そして資金が底をついて力尽きてしまうと考えます。入札を強いるのではなく、帳票類の確認で公平性を確認する支援を行ってほしい。

参考文献

なし

添付資料

別添資料 1

「企業機密情報につき 非公表」

別添資料 2

英文要約

Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works and Housing (DGWR)
South Sulawesi Provincial Government (SSPG)

Indonesia

Summary Report

Verification Survey with the Private Sector for
Disseminating Japanese Technologies
for
Introduction of “Precast Rain Water Storage”

February, 2022

Japan International Cooperation Agency

Yamau Co., Ltd.

I. BACKGROUND

In Indonesia, natural disasters such as earthquakes, tsunamis, volcanoes, floods, sediment-related disasters frequently occur and many damage each year. For this reason, strengthening capacity of organizations responsible for disaster management in terms of disaster prevention and countermeasures against floods through integrated water resources management are issues. Priority measures have been laid out in the National Medium Term Development Plan (RPJMN) 2015-2020, which locally positions local development as one of the priority areas, especially with respect to rural areas and island areas.

In Makassar City and its surrounding areas in the province of South Sulawesi, maintenance of rainwater drainage facilities is inadequate. As a result, road flooding, housing inundation etc. frequently occur in the rainy season. Therefore, it is necessary to deal with such vulnerabilities in their flood control and inundation countermeasures. In addition, due to the dire water pollution situation in its rivers, sanitation problems such as the spread of infectious diseases caused by floodwater infiltration are also of deep concern. Facing such circumstances, the Makassar Municipal Government has formulated a Flood Countermeasure Plan (2014-2019) to counter disaster and flood damage, and is promoting for the improvement of the infrastructure of rainwater drainage facilities. However, since this improvement is planned to be carried out through concreting-in-site, it suffers from prolonged construction period and accompanied by problems such as traffic congestion at the time of construction, cost of incidental facilities, plan delay and so on.

Yamau Co., Ltd. entrusted with the project “Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects for Introduction of Precast Stormwater Infiltration Curb and Storage Facilities” in fiscal 2016. With the cooperation of the Makassar City Public Works Bureau, investigated the possibility of development of the flood countermeasure business of the proposed product “Precast Rain Water Storage”. Yamau Co., Ltd. introduced the roles played by the proposed product for those concerned with infrastructure development including flood damage mitigation of road drainage and the local needs were confirmed. The proposed product “Precast Rain Water Storage” features high quality, long life, high durability and excellent workability.

II. OUTLINE OF THE SURVEY

1. Title

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Introduction of “Precast Rain Water Storage” in Indonesia

2. Purpose

To demonstrate the usefulness and superiority of “Precast Rain Water Storage” as a countermeasure against flood-related problems, such as frequent road flooding and residential inundation in the rainy season, as well as to sort out the methods and issues for disseminating such Precast Rain Water Storage Technology.

3. Expected achievements and activities

Output 1: Setting up “Precast Rain Water Storage”

1-1: Sorting out various procedures related to installation of “Precast Rain Water Storage”

1-2: Manufacturing “Precast Rain Water Storage”

1-3: Setting up “Precast Rain Water Storage” on the premises of the governor's office.

From July 2018 to January 2019, as preparation for the installation of “Precast Rain Water Storage”, Yamau Co., Ltd. purchase orders and transport of materials procured from Japan, mold transportation for India procurement, arranging and purchasing locally procured equipment.

From January to April 2019, under the guidance of Yamau Co., Ltd., manufacture at local manufacturing consignment factory. Yamau Co., Ltd. makes contracts with local companies in advance, and advance preparation in Japan and the site simultaneously.

From April to September 2019, construction bidding successful bidder sets up “Precast Rain Water Storage”. When setting up, carry out elaborate on-site construction meetings and implement installation work. Field survey and detailed design are firstly important.

Output 2: Demonstrate usefulness and superiority of the “Precast Rain Water Storage”

2-1: Analyzing the situation before and after installing the “Precast Rain Water Storage”, setting up the rain gauge and water level meter, collecting data, and analyzing the relationship with flooding or traffic congestion

2-2: Verifying by comparing with other public works, in terms of construction period and cost

In October 2018, Midori Engineering installs the rain gauge and water level meter at the installation place of “Precast Rain Water Storage”, measure rainfall amount and water level from November 2018 to March 2020, and collect data. After that, analyze the relationship until June 2020.

From November 2018 to March 2020, Nippon Koei analyzes how the observation data such as rainfall amount and the relationship of traffic congestion changed before and after setting up “Precast Rain Water Storage”. From October 2018 to March 2020, Yamau Co., Ltd. conducts comparative verification, and reveals that “Precast Rain Water Storage” has a comprehensive cost advantage over other products / construction methods.

Output 3: Transfer knowledge and technology necessary for continuous operation and maintenance of “Precast Rain Water Storage” to South Sulawesi Province Water Resources Bureau.

3-1: Prepare an operation and maintenance manual for facilities and ancillary equipment for the continuous stable operation of the South Sulawesi Department of Water Resources (SSPG).

3-2: Instruct the staff in charge of facility management in Makassar City, South Sulawesi Department of Water Resources (SSPG), on the operation and maintenance method of the facility based on the manual.

3-3: The Department of Water Resources, South Sulawesi (SSPG) will hold a briefing session on the techniques to be learned in order to become a model case for utilizing stormwater storage tanks.

In October 2018, Yamau Co., Ltd. trains by accepting Governmental PU staff and South Sulawesi Provincial State staff in Japan. The participants acquire knowledge on utilization of “Precast Rain Water Storage” and operation and maintenance of “Precast Rain Water Storage” due to analyze the current situation of flood damage in their country and future efforts in problem solving. In August 2019, Yamau Co., Ltd. creates operation and maintenance manual (summary version), and operation and maintenance manual (detailed version) from March to April 2020.

In April 2020, Yamau Co., Ltd. instructs South Sulawesi Provincial State staff for operation and maintenance methods at the installed “Precast Rain Water

Storage”.

From March to April 2020, Yamau Co., Ltd. prepares materials for technical briefing sessions, and in April 2020 will hold technical briefing sessions in Makassar city.

Output 4: Diffusion deployment plan will be formulated.

4-1: Conduct dissemination activities and market research, and analyze the domestic market.

4-2: Consider various restrictions and risks in business development.

4-3: Develop a future business plan including the business development mechanism and implementation system.

4. Facility/Product/Technology to be provided

(1) Name

“Precast Rain Water Storage”

(2) Specification

Final distillate: 100 to 5,000 m³

Internal storage capacity of the storage tank: 1.0 m - 2.0 m

Load: live load T-25, crowd load 10 KN / m²

Allowable soil covering: 0.1 to 1.5 m

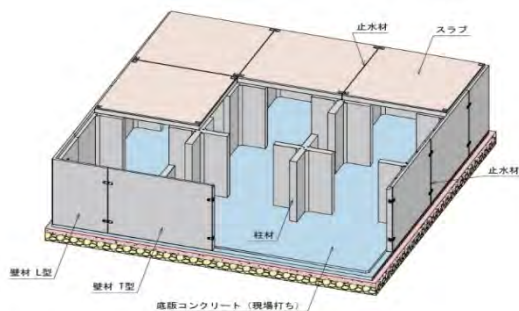
Back soil: sandy soil

Weight of product member: Approx. 2.0 t

Direct construction cost: 30,000 - 35,000 yen / empty m³ (excluding ground work)

(3) Feature

“Precast Rain Water Storage” is a facility that temporarily stores rainwater underground and safely drains it during torrential downpour striking urban areas, which is installed by assembling the concrete parts that are manufactured by the



Product (Molds). When water level goes down in the facility, rainwater returns to waterway with a pump.

(4) Comparative advantage compared with competitors' products

	Precast		On-site concreting		Plastic	
Influence of groundwater	Stable against buoyancy	◎	Stable against buoyancy	◎	Unstable against buoyancy	△
Durability	Long	◎	Long	◎	Medium	△
Quality	Stable for factory made	◎	Unstable for on-site made	△	Stable for factory made	◎
Construction price	32 million yen	△	28.5 million yen	○	26 million yen	◎
Workability	15 days (machine)	○	90 days (machine)	△	10 days (human)	◎
Maintenance	Cleaning available	◎	Cleaning available	◎	Cleaning impossible	△

(5) Domestic sales results (no overseas sales)

Annual year	Number	Main client
2016	3	Ministry of Land, Infrastructure and Transport Kyushu Regional Development Bureau / Local Government (Fukuoka Prefecture, Saga Prefecture, Oita Prefecture, Miyazaki Prefecture, Kagoshima Prefecture, Fukuoka City) / company
2017	4	
2018	1	
2019	3	
2020	3	

(6) Size

The size of common precast rainwater storage tank is 100 to 5,000 m³ of storage capacity, and the storage height of the storage tank is about 1.0 to 2.0 m. It is also possible to manufacture flexibly for the installation site. The size of introduction in this project to be about 1,000 m³.

5. Implementing Organizations

Japan side:

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Yamau Co., Ltd.

Indonesian side:

Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works and Housing (DGWR)

South Sulawesi Provincial Government (SSPG)

6. Target Area and Beneficiaries

Target Area: Makassar City, South Sulawesi Province, Republic of Indonesia

Beneficiaries: Citizen of Makassar City and the officials concerning infrastructure development projects for flood control.

7. Duration

It is from July 2018 to February 2022 exact duration period shall be shared through the Implementation Plan, which will be presented to DGWR and SSPG at the beginning of the Survey.

8. Achievement of the Survey

(1) Setting up “Precast Rain Water Storage”

Various procedures related to the installation of “Precast Rain Water Storage” were carried out. The details of the activities are as follows.

- Manufacturing consignment contract with a local precast concrete manufacturing company
- Ordering and transportation of materials procured in Japan
- Mold transportation procured in India
- Preparation for local manufacturing, etc.

“Precast Rain Water Storage” was manufactured. The details of the activities are as follows.

- Pre-production (preparation)
- Main production (main production)
- No pre-manufacturing period was required
- Product transportation consignment contract with local transportation company
- Compressive strength test result passed
- Forwarding “Precast Rain Water Storage” at the site

“Precast Rain Water Storage” was installed on the premises of the Governor's Office. The details of the activities are as follows.

- Construction site survey
- Detailed design
- Construction bid briefing session
- Construction-related permit application
- Preparation for on-site installation work of “Precast Rain Water Storage” (preparation

work)

- Main work of on-site installation work of “Precast Rain Water Storage”

(2) Demonstrate usefulness and superiority of the “Precast Rain Water Storage”

We analyzed the situation before and after the installation of “Precast Rain Water Storage”, installed a rain gauge and a water level gauge, collected data, and analyzed the relationship with inundation and traffic congestion. The details of the activities are as follows.

- Install, measure, and collect data with rain gauges and water level gauges
- Install rain gauges and water level gauges, measure, and organize data
- Verification of the effect of installing “Precast Rain Water Storage”

Yamau analyzed the situation before and after the installation of "precast rainwater storage" and compared and examined the traffic congestion when the road was flooded. Comprehensive consideration of this information will reduce the time it takes to flood the road and reduce the time it takes to slow down the vehicle. Congestion is believed to have been alleviated. In addition, it can be said that this effect is spreading not only to the relevant road but also to the surrounding roads that connect to it. The time when the water level (WL1) after rainfall exceeds 1.405m has been shortened to about two-thirds after installation compared to before installation. The mitigation effect was demonstrated. Road floods in the target area are caused not only by insufficient water flow in the canals, by complex factors, but the relationship between road floods and canal water levels can be understood by comparing still images. Therefore, the water levels are high. By shortening the case time, it is considered that the time until the road is flooded is shortened.

When we checked the photo, they usually use 3 lanes on each side, but when flooded, they use only almost 1 lane. Vehicles are concentrated in one lane along the median strip, avoiding the lanes beside deeply flooded waterways.

When flooded, the movement speed will be slower. Overall, road flooding time affects the time it takes to reduce the number of available lanes, slow down vehicles, and so on, resulting in long-term inundation.

Normal time: Use 3 lanes

When flooded: Use one lane



2020/2/9 18:10

2020/2/9 6:50

2020/2/9 7:20

- (3) Transfer knowledge and technology necessary for continuous operation and maintenance of “Precast Rain Water Storage” to South Sulawesi Province Water Resources Bureau.

The original plan was to accept DGWR and SSPG staff in Japan, but it was difficult to finalize the schedule of DGWR and SSPG, and the acceptance was postponed twice. Therefore, we stopped accepting activities in Japan and held a maintenance briefing session in October 2019 for the purpose of continuous operation and maintenance of facilities and attached equipment. The target is South Sulawesi (Water Resources Bureau, General Management Department, Asset Department) Makassar City Public Works (Water Channel Department), and the inspection, cleaning, repair, pumping, disaster and safety measures of “Precast Rain Water Storage” are summarized in the maintenance manual. Acquired the necessary knowledge and skills related to the continuous operation and maintenance of “Precast Rain Water Storage” facilities. It is thought that the biggest concern in operating and maintaining “Precast Rain Water Storage” is how to deal with garbage and fallen leaves. As a countermeasure, it is conceivable to install gates (nets) for collecting garbage on both sides of the inflow port, or to install float-type fence guards, but external human resources (Nippon Koei Co., Ltd.) and Yamau Co., Ltd. will be on site. The survey was conducted in December 2019, and future measures were decided. The results of the field survey are as follows.

- Construction status of “Precast Rain Water Storage” and inflow / discharge facilities
- Status of sedimentation and inflow of garbage in “Precast Rain Water Storage”
- Material of the bottom / wall surface of the waterway, sedimentation status in the waterway, cleaning results of the waterway
- Situation of the waterway that flows under the sidewalk from the road to the waterway (garbage clogging, etc.)
- Existing technical standards for urban drainage improvement in Indonesia

A manual for the operation and maintenance of facilities and ancillary equipment was prepared for the continuous stable operation of "Precast Rain Water Storage" of the Department of Water Resources, South Sulawesi. Not only used for operation and maintenance of "Precast Rain Water Storage" already laid in Makassar city, but also used for determining facility specifications before installation at places to be newly installed in various parts of Indonesia in the future. In this work, Yamau created a manual for hydrology and maintenance. Of the manual preparation, hydrology is described as "hydrology / hydraulic", which shows the procedures for hydrology analysis and hydraulic design (design of inflow section / discharge facility) required for designing "Precast Rain Water Storage". Maintenance is divided into multiple items, but in this work, the description is limited to maintenance related to sand removal from "Precast Rain Water Storage".

Based on the manual, Yamau instructed the staff in charge of facility management in Makassar City, South Sulawesi Department of Water Resources, on the operation and maintenance method of the facility. Held maintenance briefing sessions for South Sulawesi Department of Water Resources and General Management Department staff, and Makassar City Public Works Waterway Department staff. The points of maintenance were "inspection," "cleaning," "repair," "pump," and "disaster and safety measures," and the necessary technology and knowledge for continuous operation and maintenance were explained using the maintenance manual.

The South Sulawesi Department of Water Resources was scheduled to hold a briefing session on the techniques to be learned in order to become a model case for the utilization of "Precast Rain Water Storage" in April 2020. Since it was difficult to hold it, Yamau replaced it with a format that incorporates elements of technical explanation into the dissemination and enlightenment seminar.

(4) Diffusion deployment plan will be formulated.

The role that the proposed product can play in four locations in Indonesia (Makassar, Jakarta, Bandung, Medan) for those involved in road and waterway infrastructure development and inundation countermeasures (government agencies, local construction companies, university research institutions, etc.) The demonstration and dissemination and enlightenment seminar were scheduled to be held after June 2020, but it was decided not to hold it due to the spread of the new coronavirus infection worldwide.

Regarding the analysis of the domestic market from the dissemination activities and market research, the Southeast Asian region, especially Indonesia, which has a large population, may develop into a large market, and it is necessary to build a project on a

private basis as well as public works. This is expected to rise.

Regarding various restrictions and risks in business development, it is difficult for a proposing company that does not have a local subsidiary or a representative office to directly receive an order from the national or local government for an infrastructure project in Indonesia. On the other hand, we conclude a project (process) management service contract with the winning bidder to explain important points in project investigation, design development / manufacturing / construction, and cooperate in the software field such as know-how such as work methods. If it is a method of participating in the project, it is considered that it will be freed from the restrictions and risks such as the environment and residents' troubles associated with the construction because it is not a direct construction contractor.

9. Future Prospects

WIKA BETON, which outsourced the production, is conducting market research that there is demand for our “Precast Rain Water Storage” in Jakarta Special Province and expresses its intention to exchange a cooperative MOU (Memorandum of Understanding) targeting Jakarta Special Province.

In South Sulawesi, where the dissemination / demonstration project was conducted, there is a movement to budget for solving the inundation / flooding problem in the area by installing a similar rainwater storage tank based on the situation after the demonstration project. Specifically, Makassar city want to install “Precast Rain Water Storage” in a local soccer field, so there is a request from the director of the public works department of Makassar City to put out a blueprint, and they will take a budget of about 100 million yen to 120 million yen. However, Makassar city have already done on-site design using local consulting, and it is a movement that does not understand the process of performing FS in the target area and incorporating it into product specifications and construction specifications, as is usually done by Yamau Co., Ltd. There is a risk that inaccurate products that cannot fully demonstrate the capabilities of the proposed products will be distributed, and many rainwater storage tanks that cannot be expected to be effective will be installed. In order to avoid this risk, it will be important for Yamau Co., Ltd. to conclude a MOU (Memorandum of Understanding) with South Sulawesi Province and limit the unauthorized use of patents and designs in the procedure for transferring formwork.

Regarding other markets, how much demand is there in the flooded areas in each region, but with the cooperation of DGWR and SSPG, and WIKA BETON, through the dissemination and enlightenment seminars on dissemination projects. Yamau plan to

clarify it. In addition, Yamau are considering horizontal expansion not only to Indonesia as a target country, but also to Malaysia, which has already received inquiries for technology licensing, and Myanmar, Vietnam, etc. as a manufacturing expansion.

Currently, business development in the form of technology licensing to WIKA BETON is influential, and while concluding a technology licensing agreement with WIKA BETON, we would like to first contribute to inundation countermeasures throughout Sulawesi Island, centered on South Sulawesi Province. In this case, the company will not be established in Indonesia, and the head office and representative office will not be established. After that, Yamau think that Jakarta Special Province, which has a large market, will be the center, but depending on specific inquiries, if commercialization progresses in areas such as South Sulawesi Province, Jakarta Special Province, Bandung, etc. where dissemination seminars were held. Yamau will move from MOU to a technical tie-up and consider dispatching engineers as project leaders for each project.

Since technology transfer from excavation work to product construction is also an important point, we will consider an implementation system that will be deployed in Indonesia as a system while providing technology with Indonesia's state-owned general contractor as much as possible. It is envisioned that the contents of the technology licensing agreement will be to enter (spec-in) into each department of the Ministry of Public Works and Housing through these local companies.

It is speculated that the financial situation of Indonesia and local governments has become severe due to the corona disaster, and some of the remaining budget is planned for health and hygiene, so it is not possible to expect much business related to public works. It seems that the investigation is necessary. However, it is still not possible to investigate, and it will be left to the judgment of the situation after the convergence of the corona in Indonesia.

Indonesia

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies for Introduction of “Precast Rain Water Storage” in Indonesia
Yamau Co., Ltd., Fukuoka, Japan

Concerned Development Issues in Indonesia

- Rural development and flood control
- Installation of “Precast Rain Water Storage”
- Resolution of hygiene problems such as spread of epidemic diseases caused by sewage flooding
- Resolution of traffic congestion problems due to prolonged construction period
- Resolution of cost problem of incidental equipment and plan delay issue

Implemented Activities in the Survey

- Setting up “Precast Rain Water Storage” on the premises of the governor's office building
- Analyzing the situation before and after installing
- Providing training in Japan
- Providing instructions to South Sulawesi Province Water Resources Bureau on the operation and maintenance method of the facility
- Holding dissemination and education seminars in 4 locations in Indonesia

Proposed Products/Technologies



Product
Aquapond S
 Precast rainwater storage tank with high quality, long service life, high durability and excellent workability

Technology
Precast Rain Water Storage

Survey Overview
 Name of Counterpart:
 Directorate General of Water Resources,
 Ministry of Public Works and Housing/
 South Sulawesi Provincial Government
 Survey duration:
 June 2018~November 2020
 Survey Area:
 Makassar City, South Sulawesi Province

Impact on the Concerned Development Issues in Indonesia

- Preventing floods and improving hygiene by installation of “Precast Rain Water Storage”
- Reduction of traffic congestion by shortening construction period and establishment of construction management including cost
- Acquisition of knowledge and skills necessary for ongoing operation and maintenance of “Precast Rain Water Storage”

Outputs and Outcomes of the Survey

- Confirm the marketability of the technology of “Precast Rain Water Storage” through this project
- Establish cooperation with local company
- Establish superiority of “Precast Rain Water Storage” in Makassar city, South Sulawesi province and technology transfer