

インドネシア国

インドネシア国  
プレキャスト雨水浸透側溝及び  
貯留施設の導入にかかる案件化調査  
業務完了報告書

平成 29 年 8 月

(2017 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社ヤマウ

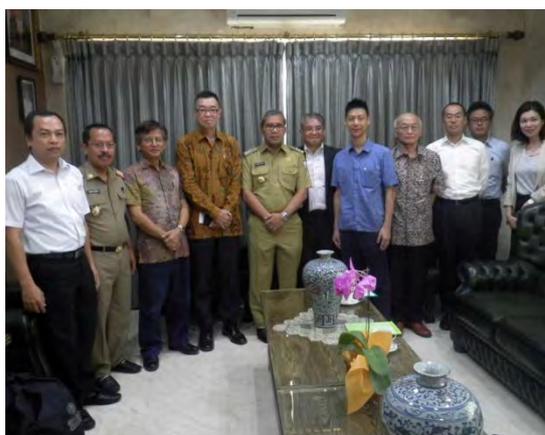
国内
JR
17-071



## 写真



【第3回目調査 5者会議に関する地元新聞記事】



【第1回目調査 マカッサル市長を訪問】



【第1回目調査 マカッサル市PUとの協議】



【第1回目調査 BALAI JALAN との協議】



【第1回目 現場調査】



【第2回目調査 実証候補地の州知事庁舎周辺及びその水路の測定】



【第3回目調査 5者会議】



【第3回目調査 提案製品設置予定場所の観察】



【第4回目調査セミナー マカッサル市長挨拶】



【第4回目調査 感謝状授与セレモニー】

## 目次

写真

略語表 .....	1
図リスト .....	3
表リスト .....	5
要約 .....	6
はじめに .....	15
1. 調査名 .....	15
2. 調査の背景 .....	15
3. 調査の目的 .....	15
4. 調査対象国・地域 .....	16
5. 団員リスト .....	17
6. 現地調査工程 .....	18
第1章 対象国・地域の現状 .....	24
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況 .....	24
1-1-1 政治・社会状況 .....	24
1-1-2 経済状況 .....	26
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題 .....	27
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度 .....	32
1-3-1 国家防災計画 .....	32
1-3-2 国家防災行動計画 .....	33
1-3-3 国家レベルの開発計画（社会経済計画）の制度概要 .....	33
1-3-4 国家レベルの空間計画の制度概要 .....	35
1-3-5 対象地域における開発計画 .....	35
1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナーの分析 .....	36
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析 .....	37
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針 .....	38
2-1 提案企業の製品・技術の特長 .....	38
2-1-1 プレキャスト雨水浸透側溝・プレキャスト雨水貯留施設 .....	38

2-1-2	提案製品・技術のスペック・価格.....	39
2-1-3	提案製品の国内外の販売実績.....	40
2-1-4	提案製品の国内外の競合他社製品と比べた比較優位性.....	40
2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ.....	41
2-2-1	海外進出の目的.....	41
2-2-2	提案企業の経営戦略における海外事業の位置づけ.....	41
2-2-3	海外展開を検討中の国・地域・都市.....	42
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献.....	42
2-3-1	地方自治体との連携・貢献実績（地方経済振興政策への貢献等）.....	42
2-3-2	経済団体等との連携・貢献実績（経済連合会、商工会議所等）.....	42
2-3-3	大学・研究機関等との連携・貢献実績.....	42
2-3-4	産業集積（クラスター）等との連携.....	43
2-3-5	地元の経済・地域活性化への貢献実績.....	43
第3章	ODA事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果.....	45
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法（検証目的・項目・手段など）.....	45
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果.....	46
3-2-1	プレキャスト製品状況.....	57
3-2-2	マカッサル市の降雨量.....	59
3-2-3	マカッサル市の水路ネットワーク.....	60
3-2-4	マカッサル市の水路ダメージ状況.....	61
3-3	対象国における製品・技術のニーズの確認.....	64
3-3-1	南スラウェシ州知事公舎前の冠水対策総合会議.....	67
3-3-2	浸水対策及び提案企業プレキャスト製品・技術にかかる現地セミナー.....	70
3-4	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認.....	76
3-4-1	南スラウェシ州知事公舎周辺地域の状況.....	76
3-4-2	マカッサル市及び南スラウェシ州知事公舎周辺の降雨状況.....	77
3-4-3	確率年と確率日雨量.....	80
3-4-4	南スラウェシ州知事公舎周辺の浸水状況.....	85
3-4-5	南スラウェシ州知事公舎前の道路周辺の標高測定.....	90
3-4-6	南スラウェシ州知事公舎前の道路周辺の浸水空間解析.....	97
3-4-7	南スラウェシ州知事公舎敷地内及び前道路の地盤調査.....	98
3-4-8	プレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）.....	108
3-5	本邦受入活動による提案製品の紹介.....	112

第4章	ODA 案件化にかかる具体的提案	121
4-1	ODA 案件概要	121
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	122
4-2-1	想定するカウンターパートやその役割	123
4-2-2	ODA 案件化実施体制及びスケジュール	125
4-2-3	活動計画・作業工程	128
4-3	他 ODA 案件との連携可能性	131
4-4	ODA 案件形成における課題と対応策	131
4-5	環境社会配慮にかかる対応	132
第5章	ビジネス展開の具体的計画	133
5-1	市場分析結果	133
5-2	想定する事業計画及び開発効果	133
5-3	事業展開におけるリスクと対応策	135
第6章	その他	136

#### 別添資料

英文要約（ポンチ絵含む）

現地セミナーアンケート調査結果

本邦受入活動アンケート調査結果

地盤調査報告書（現地再委託にかかる成果品）

## 略語表

略語表記	尼語／英語表記	日本語訳
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	The Association of Southeast Asia Nations	東南アジア 諸国連合
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア 国際開発庁
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Regional body for planning and development	地方開発計画局
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional National Development Planning Agency	国家開発計画庁
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal	投資調整庁
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika	気象・気候・地球 物理学庁
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana National Board for Disaster Management	国家防災庁
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah Regional Disaster Management Agency	地方防災局
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Agency for Assessment and Application of Technology	科学技術評価 応用庁
C-BEST	Capacity Building in Engineering, Science and Technology	連携基盤強化プロ ジェクト
CAD	Computer-Aided Design	コンピュータによ る設計支援ツール
CBR	California Bearing Ratio	地盤試験
CPT	Cone Penetration Test	電気式静的コーン 貫入試験
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DSM	Digital Surface Model	数値表層モデル
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
GNI	Gross National Index	国民総所得
GNP	Gross National Product	国民総生産

IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
M/M	Minute of Meeting	協議議事録
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PCa	Precast Concrete Product	プレキャストコンクリート製品
PU	Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Ministry of Public Works and Housings	公共事業・国民住宅省
SEKNEG	State Secretariat of the Government of Indonesia	国家官房
SNI	Standar Nasional Indonesia	インドネシア国家規格
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

## 図リスト

図 1	インドネシア国の行政機関の全体図	25
図 2	インドネシア国行政区分	25
図 3	インドネシア国の現状、課題、対応方針	28
図 4	インドネシア国の開発課題解決策及び貢献	29
図 5	洪水リスクの高い 15 ケ国	30
図 6	マカッサル市浸水対策計画	32
図 7	プレキャスト雨水浸透側溝	38
図 8	プレキャスト雨水浸透施設	39
図 9	マカッサル市の洪水・浸水地域	46
図 10	マカッサル市排水マスタープランの地図上に 7 ヶ所の候補地	48
図 11	排水計画の道路断面図	49
図 12	貯留施設及びポンプアップ設備	50
図 13	排水計画の道路平面図（左）、断面図（右）	51
図 14	マカッサル市の水路ネットワーク図	60
図 15	マカッサル市の水路調査ダメージマップ	61
図 16	水路調査箇所の写真と緯度経度データ	62
図 17	マカッサル市及び郊外の洪水対策水管理	66
図 18	州知事公舎周辺の航空写真及び道路・水路の縦断図	76
図 19	マカッサル市 5 箇所の降雨観測所及び観測エリア	78
図 20	1 日最大降雨量グラフ	79
図 21	確率密度（頻度）曲線	80
図 22	降雨量非超過確率グラフ	84
図 23	現地地盤コンサル作業計画	85
図 24	2017 年 3 月の日降雨量観測データ	86
図 25	2017 年 3 月 7 日、州知事公舎前道路の冠水面積・ポイント深さの測量	87
図 26	2017 年 3 月 20 日、州知事公舎前道路の冠水面積・ポイント深さの測量	88
図 27	州知事公舎周辺の地上情報を調査するためのドローン UAV 飛行ルート	91
図 28	ドローン UAV 測量の主な結果	91
図 29	陰影段彩による鳥瞰図（DSM と DEM の違い）	92
図 30	ドローン UAV 測量の地面標高データ	92
図 31	ドローン UAV と GPS—ジオデティックを合わせた等高線データ	94
図 32	ドローン UAV と GPS—ジオデティックの地面標高データを合わせた標高画像①	95
図 33	州知事公舎前道路及び公舎敷地の横断断面図	95
図 34	ドローン UAV と GPS—ジオデティックの地面標高データを合わせた標高画像②	96

図 35	州知事公舎前道路の縦断断面図.....	96
図 36	最低標高の道路中央分離帯を基準とした冠水域解析結果.....	97
図 37	No.1 州知事公舎敷地内のボーリングデータ.....	101
図 38	No.2 州知事公舎前道路歩道のボーリングデータ.....	103
図 39	CPT 電気式静的コーン貫入試験の位置情報.....	104
図 40	CPT-No.1：電気式静的コーン貫入試験データ.....	105
図 41	ボーリングログにおける土質試験のサンプリング位置.....	106
図 42	試験室における土質試験結果.....	107
図 43	アクアポンドS構造図.....	108
図 44	アクアポンドS設置工事工程表.....	111
図 45	福岡市浸水対策事業パンフレット①.....	114
図 46	福岡市浸水対策事業パンフレット②.....	115
図 47	南スラウェシ州政府体制図.....	123
図 48	インドネシア国 公共事業・国民住宅省体制図.....	124
図 49	ODA（普及・実証事業）スキームのイメージ図（案）.....	125
図 50	案件化及び普及・実証事業にかかるスケジュール.....	126
図 51	ビジネス展開のスキームイメージ図（案）.....	134

## 表リスト

表 1	インドネシア国主要経済指標	27
表 2	インドネシア国における災害発生状況（2005年～2015年）	30
表 3	防災・災害対策分野の支援状況及びその概要	36
表 4	提案製品の販売実績表	40
表 5	提案製品の競合他社製品との比較	41
表 6	調査・検証活動の実施項目	42
表 7	マカッサル市の浸水地域及び面積	47
表 8	マカッサル市における三面水路整備計画の寸法表	58
表 9	マカッサル市におけるボックスカルバート整備計画の寸法表	58
表 10	実証候補地の施工性調査表	63
表 11	セミナーアンケート調査概要	75
表 12	マカッサル市内の道路の車両交通量	77
表 13	マカッサル市及び周辺の5か所の降雨観測所	77
表 14	降雨量観測データ	79
表 15	降雨量非超過確率	83
表 16	マカッサル市の災害件数	89
表 17	ボーリング1番の結果	99
表 18	ボーリング2番の結果	102
表 19	試験室における土質試験内容	107
表 20	ボーリング1番及び2番の透水試験データ	107
表 21	透水係数の範囲及び適用性分類	108
表 22	本邦受入参加者一覧表	112
表 23	本邦受入活動計画表	113
表 24	現場見学アンケート表	120
表 25	研修後アンケート表	120
表 26	ODA 案件化	121
表 27	普及・実証事業活動工程概要	129
表 28	普及・実証事業現地調査計画	130
表 29	想定リスク一覧表	135
表 30	入手資料（データ）リスト	137
表 31	協議実施機関一覧／内容・決定事項	138

## 要約

### 第1章 対象国・地域の現状

#### 1-1. インドネシア国の政治・社会状況

インドネシアの人口は2014年時点で2.55億人、一人当たりのGNPは3,371.1ドル、GNIは3,630ドルである。民族は大半がマレー系（ジャワ、スンダ等約300種族）、言語はインドネシア語、宗教はイスラム教（88.1%）が主な宗教である。国家元首である大統領は国民による直接選挙で選出され、国民に対して直接責任を負う。憲法上の規定により、任期は5年であり、再選が許されるのは1回とされている。大統領は内閣および閣僚ポストを決定でき、内閣を構成する大臣、調整大臣、大臣級高級官僚の指名権と解任権を有する。

#### 1-2. 対象国・地域の対象分野における開発課題

対インドネシア共和国国別開発協力方針（2012, 外務省）によると、同国の課題として、地震、津波、火山、洪水、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。災害予防の観点から、防災行政を担う国家防災庁（BNPB）および地方防災局（BPBD）の能力強化、統合的水資源管理を通じた洪水対策、住宅の耐震化に向けた制度構築といった課題が挙げられている。マカッサル市では、雨期には、道路冠水、住宅浸水などが頻繁に発生するなど、これらの災害への対応が課題となっている。また、河川の水質汚染が著しく、排水施設の整備が不十分であることも相まって、浸水時に汚水が浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されている。

我が国の「対インドネシア国別開発協力方針」に示す3つの援助重点分野のうち、本案件化調査は「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」「防災・緊急事態対策」の援助方針に合致するものであり、特にマカッサル市における「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等」に貢献する事業である。

#### 1-3. 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

インドネシア政府は、近年の災害を契機に災害対応能力のさらなる向上のために、2007年に防災法24号を制定し、2008年には国家防災庁（BNPB）を設立する等、防災体制の強化に取り組んでいる。マカッサル市では、災害・水害対策のため、「浸水対策計画（Contingency Plan For Flood of Makassar, Rule No.48, 2014, Mayor of Makassar）」（2014年～2019年）を策定しており、雨水排水施設のインフラ整備が実施されている。しかし、同市は、海拔が低く平坦な地形であることから排水路の機能が十分に発揮できない状況にある。

浸水対策は、洪水被害の軽減国家開発計画における重点課題とされている。

#### 1-4. 対象国・地域の対象分野におけるODA事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

JICA では災害に対する行政官、住民の早期警戒、監視能力の向上を目指した技術支援に加えて、円借款にて河川流域河川改修事業等が実施されてきている。

他方、国連開発計画、オーストラリア国際開発庁、ドイツ国際協力公社等の援助機関からの資金を基に災害対策を実施してきた。具体的には、災害対策分野の専門家派遣、災害データベースシステムの構築リスクマップ作成支援、住民教育やハザードマップ等のソフト面での支援をしている。

#### 1-5. 対象国・地域のビジネス環境の分析

インドネシア政府は、外資規制緩和を通じて投資を呼び込み経済成長加速を目指す方針でいる。その一策として挙げられるのが投資規制業種の緩和である。同国では、これまでに何度か外国からの投資規制業種（ネガティブリスト）の改訂を重ねる過程で徐々に投資分野の開放をしてきている。特に「1994年政令第20号」の施行以降、100%外資分野も増えている。提案企業がインドネシア資本との合弁企業を設立する場合は、分野・業種によって容認される外資の比率、外資の額が異なる。最終的には投資調整庁の決定によるので、その動向については留意しておく必要がある。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1. 提案企業の製品・技術の特長

株式会社ヤマウ（以下、提案企業）の雨水浸透側溝は、従来の「雨水を下流に排出する」側溝とは構造上異なり、通常のU型側溝の排水機能に加え側溝の側壁、底面部から雨水を地中に浸透させる機能を有している。雨水を地中に浸透させることで、都市の保水機能の回復、温暖化防止の効果が期待できる。

提案製品である「プレキャスト雨水浸透側溝」は、側面及び底面に開口を設け、側溝の側面外側及び底面に砕石を充填して雨水を地中に浸透させる側溝であり、雨水貯留施設と併用すると、効果的に雨水を処理することが可能となる。インドネシアでは、側溝の規格寸法などは現地の施工条件に合わせ、仕様を決定し生産を行うことを想定している。

「プレキャスト雨水貯留施設」は、貯留規模により2タイプ（①アクアポンドS ②ためる一ぷ）があり、貯留量、貯留施設施工面積また貯留槽内空高さ等により施工性、経済性等を考慮して決定する。また、インドネシアでは、現地の施工条件に合わせ仕様を決定し生産を行うことを想定している。

### 2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

提案企業の地域では、公共事業投資額の減少及びコンクリート市場が縮小傾向にある中、本邦での市場拡大や新規ビジネスの構築は困難な状況にある。このため、今まで、提案企

業で確立してきた技術やノウハウを、開発途上国を中心に展開し、新規ビジネスとして構築するとともに、社会貢献の域を拡大することを視野に海外進出を開始した。

提案企業の経営戦略における海外事業の位置付けとして、国内のインフラ事業は、継続的に実施していく中、中期経営計画である『コア事業の強化』及び『新規分野の開拓』は、蓄積してきた技術を海外に展開し、海外生産の軸を確立し、長期において利益を創出することを事業戦略としている。

本調査は、インドネシア国で5番目に大きいマカッサル市を対象としている。本事業を足がかりに、ジャワ島、バリ島等の他の島や都市への展開を考えている。

また、福岡市が JICA/ODA 事業において「上水道政府開発援助事業」をミャンマーで実施していることから、本事業でのノウハウを活用し、ミャンマーヤンゴンへの展開も視野にいれている。

### 2-3. 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

国家戦略特区として福岡市は、グローバル創業・雇用創出特区に指定されており、『福岡市国際ビジネス展開プラットフォーム』の会員として専門部会等に参加し、地場企業が海外に進出する為の知財の有効利用（特許申請）、海外要員の人材育成の必要性などが提案された。2015年度は福岡市のミャンマー（ヤンゴン市）の JICA 水道事業への企業ミッションとして現地視察や現地企業への PCa 製品導入のプレゼンテーションを行い、福岡市の国際貢献・協力を寄与している。

九州経済連合会の会員や産業振興委員会のメンバー企業として、国内産業の対アジア拠点化、イノベーション促進、産業間連携による高付加価値化を進めるために、産業振興に関与している。また、インドネシア研修生の受け入れを行い、モノ作りにおける人材育成や、貿易促進の為の規制緩和等について、提言・要望などを実施している。

更には、国土交通省や地方自治体のインフラ整備に寄与する PCa 製品の新技术、新工法を開発し、国土交通省 NETIS に登録し、インフラ整備の効率化に寄与している。

大学・研究機関等との連携として、新製品開発・設計技術改革に関し、九州大学工学部と協力・連携を行ってきた。近年では、大型分割式アーチカルバートなどの新製品は九州大学との共同実験により性能確認を行うなど協力・連携している。また、JICA の C-BEST を九州大学工学部と連携し、インドネシアで実施している。マカッサル市のハサヌディン大学と九州大学は東部インドネシアの持続的な開発について連携を図った経緯がある。

マカッサル市において、衛生環境の改善や防災対策などの改善となる社会インフラ整備が早急に必要とされていることを勘案し、提案企業は、インフラ整備に必要とされる排水施設に着目し、同社の過去 60 年以上にわたり培ってきた PCa 製品技術の多くのノウハウや知見を活用し、現地の産官学と共同して社会インフラ整備に貢献することを目的としている。

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

材育成を行うための「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。同制度を利用し、提案企業での研修を終え、インドネシアに戻り、現地日系企業へ就業した実績がある。本実績を中四国基礎工業組合、一般社団法人香川県建設業協会等の講演会で積極的に発信することで、他の海外進出を計画する企業の後押しに繋げている。

### **第3章 活用が見込まれる技術に関する調査及び活用可能性の検討結果**

#### **3-1. 製品・技術の現地適合性検証方法**

本事業を進めるに際し、案件化調査の主な事項を整理しつつ進めた。特に、マカッサル市の『浸水対策計画』中には、24ヶ所の浸水地域での貯水槽設置計画があることから、案件化に最も適切な2地域の選定を行うための検証を中心に現地関係者への訪問及び協議、現地調査を実施した。

#### **3-2. 製品・技術の現地適合性検証**

本調査において、提案製品である「プレキャスト雨水浸透側溝」及び「プレキャスト雨水貯留施設」の導入先を選定するにあたり、施工性や効果などから総合的に判断し、実証候補地として州知事公舎前の「ジャラン ペリンティス ケメルデェカアン地区」を選定した。

#### **3-3. 対象国における製品・技術のニーズの確認**

マカッサル市 PU、マカッサル市長、マカッサル市区役所、国の公共事業省道路総局マカッサル事務所などから案件化調査対象地域としての調査依頼が来ており、浸水対策事業としてプレキャスト雨水浸透側溝及びプレキャスト雨水貯留施設の製品・技術のニーズがあることは確認した。

マカッサル市にて浸水対策及び提案企業プレキャスト製品・技術にかかる現地セミナーを本調査の進捗報告及び提案企業の製品及び技術を説明するために実施した。同セミナーにおいて、提案製品である「プレキャスト雨水浸透側溝」及び安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」を導入することで、南スラウェシ州マカッサル市地域におけるインフラ整備の促進、災害・水害対策、地域住民の衛生問題、生活環境の改善への貢献が可能となることが協調され、そのニーズが確認された。

#### **3-4. 提案製品・技術の活用可能性**

南スラウェシ州知事公舎敷地内に設置するプレキャスト雨水貯留施設の活用可能性を検討した。マカッサル市による浸水対策は「マカッサル市排水マスタープラン」にて計画されているが、本マスタープランにある現場打ち雨水貯留施設の容量等の決定における貯

留施設設置の基準については確認できていない。

日本においては、浸水被害対策のための雨水貯留浸透施設等の整備に関して、法律「特定都市河川浸水被害対策法」が定められている。同法律の第二章第四条に「前条の規定により特定都市河川及び特定都市河川流域が指定されたときは、当該特定都市河川の河川管理者、当該特定都市河川流域の区域の全部又は一部をその区域に含む都道府県及び市町村の長並びに当該特定都市河川流域に係る特定都市下水道の下水道管理者（以下この条及び次条において「河川管理者等」という。）は、共同して、特定都市河川流域における浸水被害の防止を図るための対策に関する計画（以下「流域水害対策計画」という。）を定めなければならない。」とある。各市町村は、この「流域水害対策計画」において目標となる降雨を定めている。

また、(社)日本下水道協会の「下水道施設計画・設計指針と解説」により、雨水排除にあたって目標にする確率年は5年～10年が標準とされており、1時間降雨量にて雨水貯留施設等を設計している。河川治水においては50年確率雨量にて計画されている。しかし現在、インドネシア国においては暫定的に河川治水を25年確率雨量にて計画しているが、都市部の雨水排除における目標確率年の基準は確認できない。また、同国においては、治水計画の降雨量は1時間降雨量ではなく1日降雨量を用いている。従って、1日最大降雨量を10年確率雨量と25年確率雨量による冠水量を推定した。

その結果、州知事公舎敷地内に1,000 m<sup>3</sup>のアクアポンドSを設置することにより10年確率の場合は冠水を排除することが可能である。また、25年確率の場合は1,000 m<sup>3</sup>を上回る量であるが、浸透側溝との併設や浸透機能の付加により、十分機能すると結論づけた。

### 3-5. 本邦受入活動による提案製品の紹介

本調査において、マカッサル市PU職員及び河川局職員を対象に、日本の浸水対策インフラ整備事業に関する理解をより深めてもらうため、7月3日（入国）～8日（出国）の期間、日本へ招聘し、現場視察や意見交換を実施した。本邦受入活動の参加者は、提案製品である雨水の流出抑制の浸水被害が軽減可能となる「プレキャスト雨水浸透側溝」と、安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」の現地活用にかかる計画立案に関わる立場にある職員4名を本邦受入活動に招聘した。

本邦受入活動の参加者からは、提案製品に対する高い興味及び関心が確認された。

## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4-1. ODA 案件概要

本案件化調査では、プレキャスト雨水浸透側溝及び貯留施設の導入先として可能性がある地方政府を選定し、提案製品である雨水の流出抑制の浸水被害が軽減可能となる「プレキャスト雨水浸透側溝」と、安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」の

適合性調査、原地盤及び土質状況等の調査、提案製品の市場動向調査、製品の製造及び施工調査を通じて提案製品の適用可能性の確認を行った。更には、提案製品の現地活用にかかる ODA 案件の具体的な提案及びビジネス展開にかかる検討を行った。

#### 4-2. 具体的な協力計画及び期待される開発効果

普及・実証事業においては二者のカウンターパートを想定する。一者はインドネシアの道路や水資源開発、住宅開発を所掌しているインドネシア国公共事業・国民住宅省（Ministry of Public Works, PU）である。もう一者はプレキャスト雨水貯留施設の設置を予定している南スラウェシ州知事公舎敷地を管理する南スラウェシ州政府である。この二者のカウンターパートの許可を得て、州知事公舎敷地内へのプレキャスト雨水貯留施設の設置工事を行い、普及・実証事業を行うことを想定している。

MM はインドネシア国公共事業・国民住宅省水資源総局との間で締結するが、具体的な活動については南スラウェシ州政府と合意した旨の書類を MM に添付する形で行う。

プレキャスト雨水浸透側溝及びプレキャスト雨水貯留施設の普及・実証事業においては、マカッサル市 PU、マカッサル市長、インドネシア国公共事業省道路総局マカッサル事務所、公共事業省河川総局マカッサル事務所が全面的にサポートすることを想定している。

#### 4-3. 他 ODA 案件との連携可能性

JICA が 2009 年 4 月～2012 年 4 月までに実施した南スラウェシ州マミナサタ広域都市圏環境配備型都市開発プロジェクト都市開発・管理能力の向上にかかる技術協力との連携を図ることが可能であると考え。第 4 回の現地セミナー、本邦受入活動研修においてマカッサル市および州水資源局、国の水資源総局マカッサル事務所等より本製品自体の設計・製造プロセスの理解を十分得ることができたものとする。次のステップとして、地元土木建設会社、コンサル等と協力しながら普及・実証事業を通して、製品の有効性を実感して貰い、新規インフラプロジェクトや他地域の ODA 案件への製品導入が展開できるものとする。他地域（ジャカルタ、スラバヤ、バンドン、ボゴール等）では南スラウェシ州以上に大規模な浸水問題が発生しており、ODA 案件との連携ができるものとする。

#### 4-4. ODA 案件形成における課題と対応策

現地で策定されている「浸水対策計画」（2014 年～2019 年）は地域の排水を前提としたものであり、地域の都市化に伴う生活排水、ゴミの集積問題の解決策に重きが置かれている。本邦では、浸水対策を考える上で重要な降雨量や河川、水路の水量などの定量的なデータを基に調査・分析するが、それらの観点及び概念が現地では欠如しているため、現地関係者とデータを調査・分析を進めるにあたり、その方法論を統一することが必要である。問題解決へのアプローチ手法は国により様々であるが、問題の根幹、要因が数種考えられる場合において、要因の特定を議論して終了するのではなく、実験、実証作業を実施

し、解決を図るという姿勢を理解してもらうことも、製品の案件形成には重要である。

本案件化調査を通じて、セミナー運営等を円滑に進めることも案件形成を目指す上で重要なことであると考え。案件形成を目指すためには、インドネシア政府及び各自治体へのロビー活動、セミナー活動等におけるプロモーションが肝であると考えている。先方政府、関係者へ提案製品・技術の優位性を認識させ、現地にて提案製品を普及させることが可能である。

インドネシア国内の浸水問題は他地域（他島）にも存在しているため、案件化形成において、設備投資、技術供与、指導の観点から製品供給・設置・工事をどのように対応するのが、課題となることが想定される。

#### **4-5. 環境社会配慮にかかる対応**

環境社会配慮面に関し、提案製品の普及により不利益を被る事業者及び関係者は限定的であり、有害物質等の発生や多大な資源利用等も想定されないため、リスクは限定的である。ただし、本邦にて実施している、六価クロム溶出、カルシウム含有量等について確認する必要がある。

## **第5章 ビジネス展開の具体的計画**

### **5-1. 市場分析結果**

インドネシア国内におけるプレキャストコンクリートビジネスはジャカルタ近郊に集中しており、大手は大型橋梁やパイルの製造がメインであり、提案企業の製造する中・小型、特殊構造品等を主とするメーカーは稀有である。

提案企業のプレキャスト雨水貯水槽や浸透式側溝のような技術的な特異性をもち、量産供給でない製品は、市場の拡大はあるものの、提案製品だけでは事業運営は困難であることが想定される。いわゆる量産品（コモディティ）といわれる、側溝・水路製品の製造をとまなわない事業の現地への進出は難しいと想定される。

他方で、各インドネシア都市圏が急速に発展するにつれて、多くの都市問題を抱えることが想定される。今後、都市問題は拡散していく中で、浸水問題も解決しにくい課題の1つとして挙げられ、提案企業のターゲットとする市場である。

ローカルメーカーには提案企業のプレキャスト雨水貯水槽や浸透式側溝を製造・供給していく総合的な技術力はなく、プレキャストコンクリート市場に提案企業の貯水槽や浸透式側溝を展開していくためには、単なる日本の技術と言うだけではなく、ビジネスアプローチの手法・アイデアが重要と考える。

### **5-2. 想定する事業計画及び開発効果**

インドネシア国内各地に製造拠点を持つビジネスパートナーと連携し、現地セミナーや

商談会等を通じて、普及活動を行いながらビジネス展開につなげていくことを想定している。現地法人を持たない提案企業としては普及・実証事業において、今回、案件化調査を実施したマカッサル市の工業団地の 2 カ所のプレキャストコンクリート工場を持つ、WIJAYA KARYA BETON 社に製造委託を行うことで、普及・実証事業を南スラウェシ州知事公舎近辺で実施する予定である。

製造委託に付随して技術移転が行われるため、WIJAYA KARYA BETON 社とはインドネシア各地の浸水問題を抱える同国各地に JICA プロジェクトを通し、製品普及を実施することで、同国各地の浸水問題を解決していこうという MOU を締結した。(2017 年 2 月)

普及事業においては、上記実証事業の内容・結果をインドネシア各地の浸水問題を抱える地域にセミナー活動を通して提案製品の製品・技術説明のプレゼンテーションをしていくことを考えており、この製品の ODA 案件形成という観点から、WIJAYA KARYA BETON 社の親会社である国営大手の土木・建築会社 WIJAYA KARYA 社との技術提携につなげた効果的プロモーション活動を想定している。

提案製品自体は、現地に隣接した地域での製造が前提（その重量等から）であり、雨水貯留施設などの大型製品や浸透側溝など大量に使用されることを前提とした製品は、特に工事現場の近隣地域での製造・供給が肝となるものである。

## 案件化調査

### インドネシア国 プレキャスト雨水浸透側溝及び貯留施設の導入にかかる案件化調査

#### 企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社ヤマウ
- 提案企業所在地：福岡県福岡市
- サイト・C/P機関：マカッサル市、ジャカルタ市、スラバヤ市  
・マカッサル市PU



#### インドネシア国の開発課題

- 同国の現計画は現場打ちコンクリート施工のため、施工期間が長く施工時の渋滞や期間のロス、付帯施設の費用等によるインフラ整備の遅れ。
- 浸水時の汚水浸水による伝染病の蔓延などの衛生問題対応への遅れ。
- PCa製品の高等人材育成不足のため、製造過程の不備によるPCa製品の強度が不足。

#### 中小企業の技術・製品

- PCa製品を用いることで施工期間が短縮され、施工時の渋滞期間の短縮やトータルコスト縮減が可能であり、経済性に優れている。
- プレキャスト雨水貯留施設は現場打ちコンクリート製貯留槽に比べ、規格化された小型ブロックにより現地状況に応じた対応が可能。
- 側溝の側壁、底面部から雨水を地中に浸透させる雨水浸透側溝は都市保水機能の回復、温暖化防止の効果。

#### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 提案製品が雨水施設としてインフラ整備に必要な水路、付帯施設等において施工性に優れ、高品質なコンクリート製品が確実に設置される。
- 施工期間が短縮されることにより、浸水対策の進捗が進み、衛生問題の対応も早期の発現効果が得られる。
- 雨水施設のインフラ整備が実施され、整備計画の立案や施工の実現性が向上し、浸水に対する災害・防災力が向上すると共に、地域住民の衛生問題、生活環境が改善される。

#### 日本の中小企業のビジネス展開

- 現地仕様の製品製造のために、型枠設計・製造を、国内、型枠メーカーへの発注することにより、国内需要の拡大が期待できる。
- 本邦受入活動にて、福岡市の道路上下水道部門での研修を行う事で、福岡市の道路上下水道などのインフラ技術の海外自治体への輸出ビジネス拡大が見込める。

## はじめに

### 1. 調査名

インドネシア国 プレキャスト雨水浸透側溝及び貯留施設の導入にかかる案件化調査  
Feasibility Survey for Introduction of Precast Storm water Infiltration Curb and Storage Facilities

### 2. 調査の背景

インドネシア国においては、経済の高度成長期に工業化、都市化の進行が著しく、それらが排水・廃棄物の増大をもたらしている。南スラウェシ州マカッサル市及びその周辺地域では、雨期には、雨水排水施設の能力不足による浸水により、道路冠水、住宅浸水などが頻繁に発生するなど、冠水・浸水対策の脆弱性への対応が課題となっている。また、河川の水質汚染が著しく、排水施設の整備が不十分であることも相まって、浸水時に汚水が浸水することによる 伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されている。このような状況の中、マカッサル市では、災害・水害対策のため、浸水対策計画（2014年～2019年）を策定しており、浸水対策計画として、雨水排水施設のインフラ整備が実施されている。しかしながら、マカッサル市は、海拔が低く平坦な地形であることから排水路の機能が十分に発揮できない状況にある。

### 3. 調査の目的

本調査は南スラウェシ州マカッサル市及びその周辺地域において、冠水・浸水対策事業として、プレキャスト雨水浸透側溝とプレキャスト雨水貯留施設を導入することで、同地域におけるインフラ整備の促進、災害・水害対策、地域住民の衛生問題、生活環境の改善への貢献を目指す。

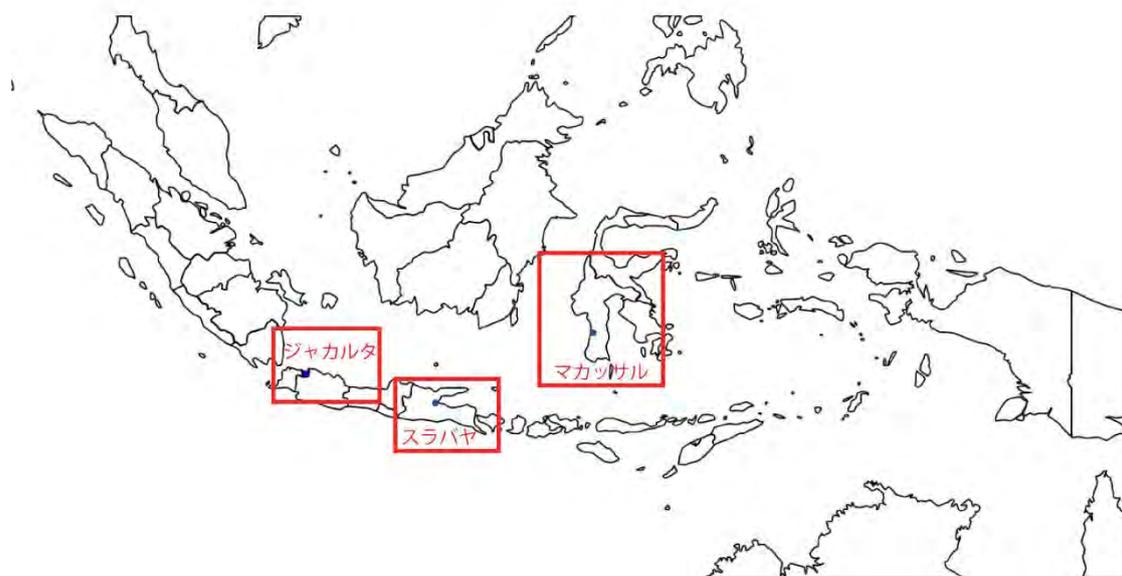
加えて、提案製品である雨水の流出抑制の浸水被害が軽減可能となる「プレキャスト雨水浸透側溝」と、安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」の適合性調査、原地盤及び土質状況等の調査、提案製品の市場動向調査、製品の製造及び施工調査を通じて提案製品の適用可能性の確認を行い、提案製品の現地活用にかかる ODA 案件の具体的な提案及びビジネス展開にかかる検討を行うことである。

#### 4. 調査対象国・地域

本調査の対象国及び地域は、インドネシア国 南スラウェシ州マカッサル、ジャカルタ、スラバヤである。

なお、本調査において南スラウェシ州マカッサルにて現場調査及び土質調査、ヒアリング等を実施し、ジャカルタ及びスラバヤについては提案製品の需要に関し調査を行った。

#### 調査対象地域



(出典：白地図 (<http://www.freemap.jp/>) より JICA 調査団作成)

## 5. 団員リスト

本調査の団員は以下のとおりである。

氏名	担当業務	担当業務 内容詳細	所属
芳 宏一	業務主任者	事業計画策定	株式会社ヤマウ
長友 英治	開発課題調査	調査統括及び投資計画策定	株式会社ヤマウ
イベラヒム	開発課題調査 現地調整	市場調査、地域環境調査 技術調査	株式会社ヤマウ
荒殿 隆宏	開発課題調査	製造施設・材料他 製造関係調査	株式会社ヤマウ
田中 圭司	開発課題調査	開発設計関連調査	株式会社ヤマウ
原 直樹	開発課題調査	施工関連調査	株式会社ヤマウ
吉留 昌史	開発課題調査	法務調査・解析	株式会社ヤマウ
中嶋 一雄	チーフアドバイザー	チーフアドバイザー、支援	株式会社オリエンタル コンサルタンツ
金光 貴子	開発課題調査	市場調査、地域環境調査 技術調査	株式会社オリエンタル コンサルタンツ

## 6. 現地調査工程

本調査において実施した現地調査日程及び本案件化調査で実施した事項は以下のとおりである。

現地調査日程（計画・実績）

	氏名	担当業務	所属	渡航回数	現地調査期間											
					2016年			2017年								
					10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		
1	芳 宏一	業務主任	ヤマウ	計画	5	(15日)	(15日)		(15日)			(15日)		(8日)		
				実績	5	10/16-10/30 (15日)	12/4-12/18 (15日)		2/5-2/19 (15日)			5/16-5/27 (12日)		7/9-7/14 (6日)		
2	長友英治	調査統括及び投資計画策定	ヤマウ	計画	4	(15日)	(15日)		(28日)			(22日)				
				実績	4	10/16-10/30 (15日)	12/4-12/17 (14日)		1/29-2/24 (27日)			5/14-5/28 (15日)				
3	イベラヒム	市場調査地域環境調査技術調査現地調整	ヤマウ	計画	4	(22日)	(22日)		(28日)			(22日)				
				実績	4	10/16-11/3 (19日)	11/30-12/18 (18日)		1/25-2/25 (32日)			5/10-5/28 (19日)				
4	荒殿隆弘	製造施設材料他製造関係調査	ヤマウ	計画	1				(15日)							
				実績	2				2/5-2/18 (14日)			5/14-5/28 (15日)				
5	田中圭司	開発設計関連調査	ヤマウ	計画	1		(15日)									
				実績	4	10/16-10/23 (8日)	12/4-12/18 (15日)		2/5-2/18 (14日)			5/14-5/28 (15日)				
6	原直樹	施工関連調査	ヤマウ	計画	1							(15日)				
				実績	3	10/16-10/23 (8日)			2/5-2/18 (14日)			5/14-5/28 (15日)				
8	吉留昌史	法務・調査解析	ヤマウ	計画	0											
				実績	1									7/9-7/14 (6日)		
7	中嶋一雄	チーフアドバイザー	オリエンタルコンサルタンツ	計画	3	(8日)	(8日)					(8日)				
				実績	2		12/11-12/17 (7日)		2/11-2/17 (7日)							
8	金光貴子	市場調査地域環境調査技術調査	オリエンタルコンサルタンツ	計画	3	(8日)	(8日)					(8日)				
				実績	3	10/17-10/29 (13日)	12/8-12/17 (15日)					5/22-5/27 (6日)				

# 第1回現地調査実施日程

第1回目・調査日程表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先	齊 志一	長友 英治	田中 圭司	原 直樹	荒原 隆宏	イベラヒム	中嶋 一雄	金光 貴子
						業務主任者	調査候補 及び採算 計画策定	開発設計 関連調査	施工関連 調査	製造建設 材料地 製造関係 調査	市場調査 地域環境 調査 技術調査 現地調査	データフ ィーズ	市場調査 地域環境 調査 技術調査
1	2016/10/16	10:00	福岡発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ)		●	●	●	●		●		
		17:10	ジャカルタ着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ)		●	●	●	●		●		
		18:15	ジャカルタ発	移動							●		
		22:45	マカッサル着	移動							●		
2	2016/10/17	9:00	マカッサル	会議内容打ち合わせ・調整	マカッサル市PUJ						●		
		10:00	ジャカルタ	現地市場状況	JICAジャカルタ事務所	●	●	●	●				
	2016/10/17	13:00	ジャカルタ	現地市場状況	セゾン・インドネシア	●	●	●	●				
		17:45	ジャカルタ発	移動		●	●	●	●				
	2016/10/17	20:45	マカッサル着	移動		●	●	●	●				
		10:15	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ→マカッサル)									●
3	2016/10/18	8:30	マカッサル	マカッサル市長挨拶	マカッサル市	●	●	●	●		●	●	
		10:00	マカッサル	案件化調査キックオフ会議	マカッサル市PUJ	●	●	●	●		●	●	
4	2016/10/19	9:00	マカッサル	マスタープラン詳細調査	マカッサル市PUJ	●	●	●	●		●	●	
		14:00	マカッサル	現地確認	マカッサル市PUJ	●	●	●	●		●	●	
5	2016/10/20	9:00	マカッサル	マスタープラン詳細調査	マカッサル市PUJ	●	●	●	●		●	●	
		13:00	マカッサル	実証候補地確認	マカッサル市PUJ	●	●	●	●		●	●	
6	2016/10/21	8:00	マカッサル	マスタープラン詳細調査	マカッサル市PUJ	●	●	●	●		●	●	
		18:05	マカッサル発	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
7	2016/10/22	23:05	シンガポール着	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
		1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
8	2016/10/23	8:20	福岡着	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
		9:00	マカッサル	データ整理& 確認、国内打合せ	ASTON HOTEL	●	●				●	●	
9	2016/10/24	9:00	マカッサル	データ整理& 確認、国内打合せ	ASTON HOTEL	●	●				●	●	
		14:00	マカッサル	洪水・浸水対策の状況調査	BALAI SUNGAI(河川局)	●	●				●	●	
10	2016/10/25	9:00	マカッサル	洪水・浸水対策の状況調査	BALAI JALAN(道路局)	●	●				●	●	
		9:00	マカッサル	水インフラの状況	PSDA(水資源管理局)	●	●				●	●	
11	2016/10/26	8:30	マカッサル	ローカルコンサルと土質調査事前打ち合わせ	ASTON HOTEL	●	●	●	●		●	●	
		13:00	マカッサル	洪水・浸水対策の状況調査	BAPEDA(地方開発計画局)	●	●				●	●	
12	2016/10/27	18:05	マカッサル発	移動		●	●				●	●	
		19:25	ジャカルタ着	移動		●	●				●	●	
13	2016/10/28	9:00	マカッサル	データ整理& 確認	ASTON HOTEL						●		
		10:00	ジャカルタ	調査内容報告・事後計画打ち合わせ	JETROジャカルタ事務所	●	●					●	
		13:00	ジャカルタ	中央政府計画情報収集	PUJ(中央政府公共事業)	●	●					●	
		15:00	ジャカルタ	調査内容報告・事後計画打ち合わせ	JICAジャカルタ事務所	●	●					●	
14	2016/10/29	21:25	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→羽田)								●	
		7:10	羽田着	移動(ジャカルタ→羽田)								●	
		9:00	マカッサル	データ整理& 確認	ASTON HOTEL						●		
		9:00	ジャカルタ	データ整理& 確認、国内打合せ	Century Park Hotel	●	●					●	
15	2016/10/30	20:15	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→シンガポール→福岡)		●	●						
		23:05	シンガポール着	移動(ジャカルタ→シンガポール→福岡)		●	●						
16	2016/10/31	1:20	シンガポール発	移動(シンガポール→マカッサル→福岡)		●	●						
		8:20	福岡着	移動(シンガポール→マカッサル→福岡)		●	●						
17	2016/11/1	9:00	マカッサル	データ整理& 確認	ASTON HOTEL						●		
		9:00	マカッサル	マカッサル市PUJと第2回の調査準備 スケジュール調整	マカッサル市PUJ						●		
18	2016/11/2	9:00	マカッサル	PUJと浸水地域の自治体への調査調整	マカッサル市PUJ、区役所						●		
		11:40	マカッサル発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)							●		
19	2016/11/3	12:30	シンガポール着	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)							●		
		1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)							●		
20	2016/11/3	1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)							●		
		8:20	福岡着	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)							●		

## 第2回現地調査実施日程

第2回目・調査日程表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先	齊 一	長友 英治	田甲 圭司	原 直樹	荒原 隆宏	イベヒム	中嶋 一雄	金光 貴子
						業務主任者	調査候補 及び調査 計画策定	調査設計 関連調査	施工関連 調査	製造施設 材料地 製造関係 調査	市場調査 地域環境 調査 採掘調査 現地調査	データ分析 バイザー	市場調査 地域環境 調査 技術調査
1	2016/11/30	9:50	福岡発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)							●		
		18:05	ジャカルタ着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)							●		
		21:00	ジャカルタ発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)							●		
		2016/12/1	0:30	マカッサル着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)							●	
2	2016/12/1	10:00	マカッサル	現地調査	マカッサル市PU, BALAI SUNGAI						●		
3	2016/12/2	9:00	マカッサル	現地調査	BALAI JALAN, KEDAMATAN						●		
4	2016/12/3	9:00	マカッサル	現地調査	地震ユケム, イベントサービス						●		
4	2016/12/3	10:15	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ)									●
		16:10	ジャカルタ着	移動(羽田→ジャカルタ)									●
		2016/12/4	9:00	マカッサル	データ整理	ASTON HOTEL							●
		2016/12/4	13:00	ジャカルタ発	移動								
5	2016/12/4	16:30	マカッサル着	移動									●
		8:50	福岡発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)			●						
		10:55	成田発	移動(成田→ジャカルタ→マカッサル)			●	●					
		21:00	ジャカルタ発	移動(成田→福岡→ジャカルタ→マカッサル)			●	●	●				
6	2016/12/5	0:30	マカッサル着	移動(成田→福岡→ジャカルタ→マカッサル)									
		2016/12/5	10:00	マカッサル	候補地打ち合わせ	マカッサル市PU						●	●
7	2016/12/6	13:00	マカッサル	候補地詳細調査	マカッサル市アセント事務所								●
		2016/12/6	9:00	マカッサル	河川, 洪水関連情報収集	マカッサル市PU, 浸水地域							●
8	2016/12/7	9:00	マカッサル	河川, 洪水関連情報収集	マカッサル市PU, 州知事公署周辺								●
9	2016/12/8	9:30	マカッサル	南スラウェシ州知事公署周辺浸水対策計画調査	BALAI JALAN(道路局)								●
10	2016/12/9	9:30	マカッサル	南スラウェシ州知事公署周辺浸水対策計画調査	BALAI JALAN(道路局)								●
11	2016/12/10	9:00	マカッサル	データ整理& 纏め, 国内打合せ	ASTON HOTEL								●
12	2016/12/11	9:00	マカッサル	データ整理& 纏め, 国内打合せ	ASTON HOTEL								●
		10:15	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ)									●
13	2016/12/12	16:10	ジャカルタ着	移動(羽田→ジャカルタ)									●
		11:00	ジャカルタ発	移動									●
		14:30	マカッサル着	移動									●
		2016/12/12	10:00	マカッサル	イベントサービス会社と9月セミナーの打合せ	ASTON HOTEL		●	●	●			
14	2016/12/13	15:00	マカッサル	データ整理& 纏め	ASTON HOTEL								●
		2016/12/13	9:00	マカッサル	南スラウェシ州予算情報収集	BAPPEDA空間計画部門							●
15	2016/12/14	9:00	マカッサル	現場調査: IL SWADAYA	KED. PANAKKUKANG地区								●
		2016/12/14	9:00	マカッサル	現地調査: IL PERINTIS KEMERDEKAAN	州知事事務所の前							●
16	2016/12/14	12:55	マカッサル発	移動									●
		13:30	スラバヤ着	移動									●
		2016/12/15	9:00	スラバヤ	市場打ち合わせ・製造可能性打ち合わせ	セブン・インドネシア・バンドン							●
		2016/12/15	15:00	スラバヤ発	移動								
17	2016/12/15	16:25	ジャカルタ着	移動									●
		2016/12/15	9:00	マカッサル	候補地打ち合わせ	マカッサル市PU							●
		2016/12/15	16:05	マカッサル発	移動								●
		2016/12/15	17:25	ジャカルタ着	移動								●
18	2016/12/16	9:00	マカッサル	現地地盤調査打ち合せ, 準備, 機器確認	現地コンサルタント			●	●				●
		2016/12/16	13:30	ジャカルタ	状況報告	JICA		●					●
19	2016/12/16	21:45	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→羽田)									●
		2016/12/17	7:00	羽田着	移動(ジャカルタ→羽田)								●
		2016/12/17	9:00	ジャカルタ	データ整理& 纏め	Century Park Hotel		●					●
		2016/12/17	9:00	マカッサル	データ整理& 纏め, 国内打合せ	ASTON HOTEL			●	●			●
20	2016/12/17	14:30	マカッサル発	移動(マカッサル→バンドン)									●
		2016/12/17	15:40	バンドン着	移動(マカッサル→バンドン)								●
		2016/12/17	15:15	マカッサル発	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)								●
		2016/12/17	23:05	シンガポール着	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)								●
21	2016/12/18	1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									●
		8:20	福岡着	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									●
		2016/12/18	6:45	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→成田)								●
22	2016/12/18	16:05	成田着	移動(ジャカルタ→成田)									●

### 第3回現地調査実施日程

第3回目・調査日程表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先	芳 宏一	長友 英治	田中 圭司	原 直樹	荒原 隆宏	イベラヒム	中崎 一雄	金光 貴子
						業務主任者	調査精査 及び投資 計画確定	開発設計 関連調査	施工関連 調査	製造施設 材料地 製造関係 調査	市場調査 地盤環境 調査 技術調査 現地調査	テーマアド バイザー	市場調査 地盤環境 調査 技術調査
1	2017/1/25	8:50	福岡発	移動(福岡→シンガポール→マカッサル)									
		15:35	シンガポール着	移動(福岡→シンガポール→マカッサル)									
2	2017/1/26	7:55	シンガポール発	移動(福岡→シンガポール→マカッサル)									
		10:55	マカッサル着	移動(福岡→シンガポール→マカッサル)									
	2017/1/26	13:30	マカッサル	候補地打ち合わせ・事務調整	BALAI JALAN(道路局)								
3	2017/1/27	9:00	マカッサル	候補地地盤調査打ち合わせ	地盤コンサル								
4	2017/1/28	9:00	マカッサル	データ整理&確認	ASTON HOTEL								
5	2017/1/29	9:00	マカッサル	データ整理&確認	ASTON HOTEL								
		6:00	バンドン発	移動(バンドン→マカッサル)									
	2017/1/29	8:10	マカッサル着	移動(バンドン→マカッサル)									
6	2017/1/30	9:00	マカッサル	地盤調査打ち合せ・総合会議準備	現地地盤コンサル								
7	2017/1/31	10:00	マカッサル	候補地打ち合わせ・総合会議準備	BALAI JALAN(道路局)								
8	2017/2/1	9:00	マカッサル	候補地打ち合わせ・総合会議準備	PSDA(水資源管理局)								
		13:30	マカッサル	候補地打ち合わせ・総合会議準備	空間計画局								
9	2017/2/2	9:00	マカッサル	候補地打ち合わせ・総合会議準備	BALAI SUNGAI(河川局)								
10	2017/2/3	9:00	マカッサル	候補地打ち合わせ・総合会議準備	マカッサル市PU								
11	2017/2/4	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
	2017/2/4	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
12	2017/2/5	10:15	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ)									
		16:10	ジャカルタ着	移動(羽田→ジャカルタ)									
12	2017/2/5	8:50	福岡発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ/マカッサル)									
		15:35	シンガポール着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ/マカッサル)									
		17:20	シンガポール発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ)									
		18:05	ジャカルタ着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ)									
13	2017/2/6	7:55	シンガポール発	移動(福岡→シンガポール→マカッサル)									
		10:55	マカッサル着	移動(福岡→シンガポール→マカッサル)									
	2017/2/6	10:00	ジャカルタ	候補地・5月セミナー打ち合わせ	JICAジャカルタ								
	2017/2/6	14:00	マカッサル	候補地詳細・施工関連情報収集	SUMI KARSJA 施工会社								
14	2017/2/7	10:00	ジャカルタ	候補地・5月セミナー打ち合わせ	中央PU								
		9:00	マカッサル	候補地詳細・施工関連情報収集	ADHI KARYA 施工会社								
15	2017/2/8	9:00	マカッサル	候補地詳細・施工関連情報収集	TAHTA PRATAMA SEJATI								
		12:30	ジャカルタ発	移動									
	2017/2/8	14:00	スラバヤ着	移動									
16	2017/2/9	9:00	マカッサル	5者会議報告	BALAI JALAN(道路局)								
		10:30	マカッサル	5者会議報告、5月セミナー打ち合せ	PSDA(水資源管理局)								
		9:00	スラバヤ	工場・製造打ち合わせ	現地工場訪問								
		14:55	スラバヤ発	移動									
	2017/2/9	17:30	マカッサル着	移動									
17	2017/2/10	9:00	マカッサル	候補地詳細・施工関連の打ち合わせ	MIBA BETOH								
18	2017/2/11	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
	2017/2/11	10:55	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ)									
	2017/2/11	16:10	ジャカルタ着	移動(羽田→ジャカルタ)									
19	2017/2/12	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
		13:00	ジャカルタ発	移動									
	2017/2/12	16:30	マカッサル着	移動									
20	2017/2/13	9:00	マカッサル	候補地打ち合わせ・総合会議準備	ASTON HOTEL								
		14:00	マカッサル	雨量データ調査	BMKG(気象観測所)								
	2017/2/13	13:30	マカッサル	南スラウェシ州日系企業情報収集	マカッサル日本領事事務所								
21	2017/2/14	10:00	マカッサル	5者総合会議	南スラウェシ州知事公舎								
22	2017/2/15	7:30	マカッサル	地盤調査コンサルと州知事公舎敷地地盤調査打ち合せ	ASTON HOTEL								
		10:00	マカッサル	現地イベントサービス会社と5月セミナー打ち合せ	ASTON HOTEL								
	2017/2/16	9:00	マカッサル	州知事公舎敷地設計計画の確認、打ち合せ	BALAI JALAN(道路局)								
23	2017/2/16	10:55	マカッサル発	移動									
		12:15	ジャカルタ着	移動									
24	2017/2/17	9:00	ジャカルタ	工場用地打ち合わせ	MIBA BETOH								
		9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
	2017/2/17	13:05	マカッサル発	移動									
	2017/2/17	14:25	ジャカルタ着	移動									
	2017/2/17	16:55	マカッサル発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
	2017/2/17	21:40	シンガポール着	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
25	2017/2/18	1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
		8:20	福岡着	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
25	2017/2/18	13:05	ジャカルタ発	移動									
		16:35	バンコク着	移動									
	2017/2/18	9:00	ジャカルタ	データ整理&確認	Century Park Hotel								
	2017/2/18	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
26	2017/2/19	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
	2017/2/19	6:25	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→羽田)									
	2017/2/19	15:45	羽田着	移動(ジャカルタ→羽田)									
27	2017/2/20	9:00	マカッサル	5月セミナー・本邦参入の打ち合わせ	マカッサル市PU								
28	2017/2/21	9:00	マカッサル	5月セミナー準備の打ち合わせ	ASTON HOTEL								
29	2017/2/22	9:00	マカッサル	現地地盤コンサルと候補地の地盤調査打ち合わせ	ASTON HOTEL								
30	2017/2/23	10:00	マカッサル	地盤調査打ち合わせ、調査機調整	現地地盤コンサル								
	2017/2/24	9:00	マカッサル	データ整理&確認、国内打ち合せ	ASTON HOTEL								
31	2017/2/24	14:30	マカッサル発	移動(マカッサル→バンドン)									
		15:40	バンドン着	移動(マカッサル→バンドン)									
	2017/2/24	18:55	マカッサル発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
	2017/2/24	21:40	シンガポール着	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
32	2017/2/25	1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									
		8:20	福岡着	移動(マカッサル→シンガポール→福岡)									

## 第4回・第5回現地調査実施日程

第4回目・調査日程表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先	芳 宏一	長友 英治	田中 圭司	原 直樹	荒野 隆宏	イベラヒム	中嶋 一雄	金光 貴子
						業務主任者	調査検討 及び 採算 計画確定	開発設計 関連調査	施工関連 調査	製造施設 材料他 製造関係 調査	市場調査 地産環境 調査 技術調査 現地調査	チーフアドバイザー	市場調査 地産環境 調査 技術調査
1	2017/5/10	10:00	福岡発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
		18:05	ジャカルタ着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
		21:00	ジャカルタ発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
2	2017/5/11	0:30	マカッサル着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
		12:00	マカッサル	地盤調査、ボーリング及び土質 調査結果確認	地盤コンサル								
		9:00	マカッサル	現地調査(発表者と発表内容の確認)	マカッサル市PU, BALAI SUNGAI								
3	2017/5/12	9:00	マカッサル	データ整理&纏め	HOTEL								
		6:00	バンドン発	移動									
		9:10	マカッサル着	移動									
4	2017/5/13	13:00	マカッサル	現地調査打合せ	HOTEL								
		10:00	福岡発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
		18:05	ジャカルタ着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
5	2017/5/14	21:00	ジャカルタ発	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
		0:30	マカッサル着	移動(福岡→シンガポール→ジャカルタ→マカッサル)									
		9:00	マカッサル	セミナーについてPU部長、イベントサービス会社と打合せ	マカッサル市PU								
6	2017/5/15	13:00	マカッサル	Wika Beton プレゼンの打合せ	HOTEL								
		9:00	マカッサル	Wika Beton プレゼンの打合せ	HOTEL								
		14:00	マカッサル	地盤コンサルと調査内容、結果の打合せ	HOTEL								
7	2017/5/16	10:50	成田発	移動(成田→ジャカルタ→マカッサル)									
		16:35	ジャカルタ着	移動(成田→ジャカルタ→マカッサル)									
		8:40	ジャカルタ発	移動(成田→ジャカルタ→マカッサル)									
8	2017/5/17	13:10	マカッサル着	移動(成田→ジャカルタ→マカッサル)									
		9:00	マカッサル	現地工事にかかる許認可関連の確認	マカッサル市PU								
		14:00	マカッサル	地盤コンサルと調査内容、結果の打合せ	HOTEL								
9	2017/5/18	9:00	マカッサル	Wika Betonとの打合せ	Wika Beton マカッサル工場								
		9:00	マカッサル	イベント サービス 会社、大学教授、PUと打合せ	マカッサル市PU								
		9:00	マカッサル	Wika Betonとの打合せの確認、調整	HOTEL								
10	2017/5/19	9:00	マカッサル	データ整理	HOTEL								
		10:55	マカッサル発	移動									
		12:15	ジャカルタ着	移動									
11	2017/5/20	9:00	ジャカルタ	データ整理&纏め、国内打合せ	HOTEL								
		8:00	マカッサル	データ整理&纏め	HOTEL								
		9:00	マカッサル	イベント サービス 会社、大学教授、PUと打合せ	マカッサル市BARUGA会場								
12	2017/5/22	9:30	ジャカルタ	Wika Beton との打合せ	Wika Beton 本社								
		19:15	ジャカルタ発	移動									
		22:45	マカッサル着	移動									
13	2017/5/22	10:15	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ)									
		15:55	ジャカルタ着	移動(羽田→ジャカルタ)									
		11:00	ジャカルタ発	移動									
14	2017/5/23	14:30	マカッサル着	移動									
		9:00	マカッサル	22日の Wika Beton 打合せの確認	HOTEL								
		14:00	マカッサル	イベント サービス 会社と打合せ 最終確認	マカッサル市BARUGA会場								
15	2017/5/24	8:00	マカッサル	セミナー開催	マカッサル市BARUGA会場								
		10:00	マカッサル	セミナー反省会	HOTEL								
		16:00	マカッサル	イベント サービス 会社との事後確認	HOTEL								
16	2017/5/25	15:15	マカッサル発	移動									
		16:35	ジャカルタ着	移動									
		10:00	ジャカルタ	現地メーカー情報収集	三井物産、JETRO								
17	2017/5/26	10:00	マカッサル	地盤コンサルと概略設計関連打合せ	ハワズデザインズ、地盤コンサル								
		17:20	マカッサル発	移動(マカッサル→ジャカルタ→羽田)									
		18:40	ジャカルタ着	移動(マカッサル→ジャカルタ→羽田)									
18	2017/5/27	21:25	ジャカルタ発	移動(マカッサル→ジャカルタ→羽田)									
		6:50	羽田着	移動(マカッサル→ジャカルタ→羽田)									
		6:45	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→成田)									
19	2017/5/28	16:25	成田着	移動(ジャカルタ→成田)									
		15:15	マカッサル発	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
		23:05	シンガポール着	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
20	2017/5/28	1:20	シンガポール発	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									
		8:35	福岡着	移動(マカッサル→ジャカルタ→シンガポール→福岡)									

第5回目・調査日程表

日数	日付	時間 (現地時間)	都市	予定内容	訪問先	芳 宏一	吉留 昌史	長友 英治	田中 圭司	原 直樹	荒野 隆宏	イベラヒム	中嶋 一雄	金光 貴子
						業務主任者	法務関連 調査検討	調査検討 及び 採算 計画確定	開発設計 関連調査	施工関連 調査	製造施設 材料他 製造関係 調査	市場調査 地産環境 調査 技術調査 現地調査	チーフアドバイザー	市場調査 地産環境 調査 技術調査
1	2017/7/8	10:15	羽田発	移動(羽田→ジャカルタ)										
		15:55	ジャカルタ着	移動(羽田→ジャカルタ)										
2	2017/7/10	昼日	ジャカルタ	現地競合メーカー調査	WIKI BETON									
		午前	ジャカルタ	現地競合メーカー調査	PT. T-JRINDO MAS									
3	2017/7/11	午後	ジャカルタ	現地雨量情報システム打ち合わせ	KDDI ジャカルタ									
		9:00	ジャカルタ	技術打ち合わせ	PU									
4	2017/7/12	9:00	ジャカルタ	市場情報打ち合わせ	JETRO/ジャカルタ									
		14:00	ジャカルタ	プロジェクト 状況報告	JDOA/ジャカルタ									
		17:00	ジャカルタ	現地コンサル打ち合わせ	申川化学システム									
5	2017/7/13	23:35	ジャカルタ発	移動(ジャカルタ→羽田)										
		8:50	羽田着	移動(ジャカルタ→羽田)										

案件化調査で実施した事項

	調査項目	案件化調査で実施した事項
①	現状調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マカッサル市PU等より都市計画やインフラ整備の現状及び課題を収集。</li> <li>・マカッサル市の洪水対策地区の各役所よりヒアリングを実施し、生活環境及び現状の排水施設と洪水時の状況を把握。</li> </ul>
②	土質調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・普及・実証事業において実証候補地の地盤調査を実施。</li> <li>・実証候補地の地耐力、土質、浸透係数等を調査。</li> </ul>
③	提案製品を採用した際の有効性の検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証候補地における提案工法の有効性（コスト・工期等の比較検討）の検証。</li> </ul>
④	施工性調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地コントラクターの提案製品の施工実績や能力等の調査。</li> <li>・マカッサル市PUや建設会社等にて情報収集。</li> </ul>
⑤	本邦受入活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本邦の施工箇所でのデモンストレーションの実施（カウンターパート及び関係者への提案製品の紹介）。</li> </ul>
⑥	普及活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マカッサル市をはじめ調査対象地にて提案製品の紹介、適用性について普及セミナーを実施。</li> </ul>
⑦	ビジネス展開可能性調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市場規模、競合相手の状況、想定する需要等、法的規制・優遇策・支援策に関し調査。</li> <li>・想定する海外ビジネス展開の実施体制：現地ビジネスパートナー、現地法人設立、代理店販売、貿易取引等、想定しているビジネス形態を調査。</li> </ul>

## 第1章 対象国・地域の現状

### 1-1. 対象国・地域の政治・社会経済状況

#### 1-1-1. 政治・社会状況

インドネシアの人口は2014年時点で2.55億人、一人当たりのGNPは3,371.1ドル、GNIは3,630ドルである。民族は大半がマレー系（ジャワ、スンダ等約300種族）、言語はインドネシア語、宗教はイスラム教（88.1%）が主な宗教である。国家元首である大統領は国民による直接選挙で選出され、国民に対して直接責任を負う。憲法上の規定により、任期は5年であり、再選が許されるのは1回とされている。大統領は内閣および閣僚ポストを決定でき、内閣を構成する大臣、調整大臣、大臣級高級官僚の指名権と解任権を有する。国民議会（国会）に対しては、議案提出権は持っているが、国会で承認済の法案に対しては拒否権を持たない。また、大統領は内閣を通じて「政令」を発令することができ、独自に「大統領令」を発令することもできる。ただし、法令の序列では法律が政令や大統領令よりも優位であると規定されている。外務省インドネシア共和国HPより2014年7月の大統領選挙において、ジョコ・ウィドド・ジャカルタ首都特別州知事（当時）が約53%の得票で当選し、同年10月20日に正式に就任した、と記載されている。ジョコ政権は、経済・社会政策を最優先課題とし、鉄道、港湾、電力・エネルギー等のインフラ整備及び社会保障の充実を目標に掲げている。2014年4月には総選挙が実施され10月1日に新国会議員等の就任式が行われた。中央省庁の数は34あり、次頁の図が示すとおりである。同国の各省庁間の調整を行うために、各省の上位に、調整省（調整大臣府）という組織を設置している。これらの調整省が傘下の省庁を統括し、省庁間の調整を行っている。さらにその上位に国家官房（SEKNEG）国家開発企画省（BAPPENAS）が内閣全体を調整・統括するという階層構造の形を取っている。

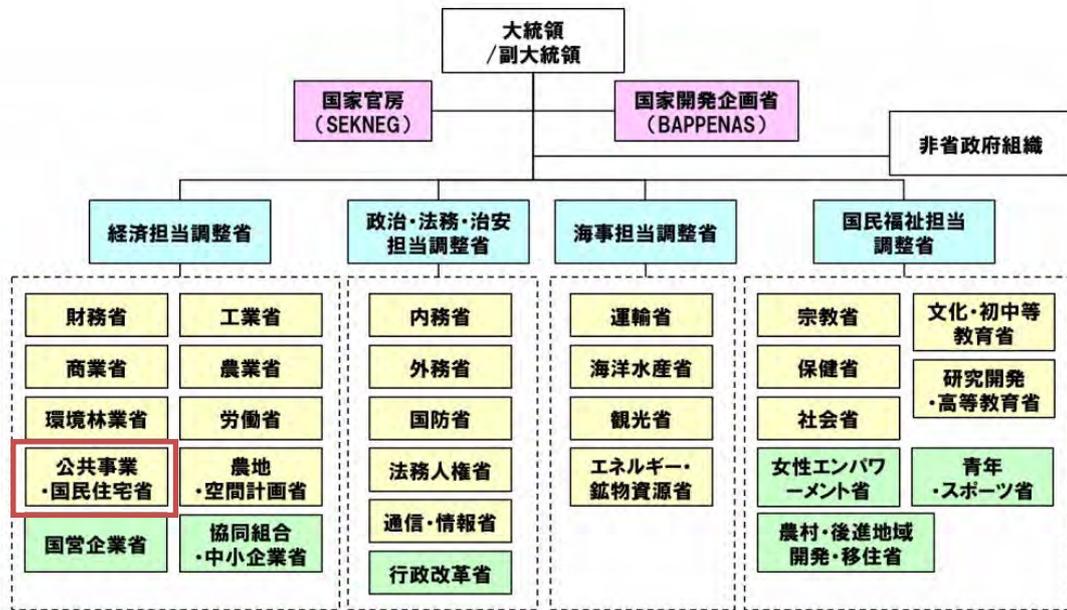


図1 インドネシア国の行政機関の全体図

(出典：インドネシア政府のウェブページを基に JICA 調査団作成)



図2 インドネシア国行政区分

(出典：インドネシア政府のウェブページを基に JICA 調査団作成)

なお、本案件化調査及び普及・実証事業を見込んだ際の関係省庁は上図の赤枠のとおりである。

インドネシアの地方自治体<sup>15</sup>は、①州および特別州、②県・市、③郡および区・村の3段階に分類され、州 (Provinsi) は、複数の県・市にまたがる業務、中央政府から委任を

<sup>15</sup> 2012年 JBIC インドネシア投資環境より

受けた任務等を実施する。県（Kabupaten）と市（Kota）は、地方自治の主体として自らの行政区域での基礎的行政サービスを実施する。1997年7月のアジア通貨危機後の地方分権の進展により、中央政府が引き続き管轄する外交、国防・治安、司法、国家財政等を除く多くの業務が、県・市を中心とする地方政府に移譲された。このため、県・市の役割は近年大きく増大している。県・市の業務の代表的例には、地方税の徴収や最低賃金の決定などがある。郡（Kecamatan）は、県・市行政機構の一部として郡レベルの行政施策のほか、地域社会活動の調整、治安維持活動の調整、区・村の行政運営の指導等を行う。区（Kelurahan）は郡の下に置かれ、地域住民にとっては最も身近な行政単位である。区レベルの行政施策の実施のほか、地域社会活動の強化や治安維持活動を区レベルで推進する。村（Desa）とは、地域の固有性や慣習に基づいて地域住民の利益を調整する権限を持つ。主に農村部に存在し、都市部にはほとんど存在しない。

### 1-1-2. 経済状況

2014年時点でのインドネシアの経済規模はASEAN内で1位であり、世界では第16位に位置付けられる。1997年7月のアジア通貨危機後、同国政府はIMFとの合意に基づき、銀行部門と企業部門を中心に経済構造改革を断行した。政治・社会情勢及び金融の安定化、個人消費の拡大を背景として、2005年以降の経済成長率は、世界金融・経済危機の影響を受けた2009年を除き、5%後半～6%台という比較的高い成長率を達成している。2010年には一人当たり名目GDPが3,000ドルを突破した。

他方で、世界経済の成長鈍化や米国の緊急緩和縮小等の影響を受けて、2013年の実質GDP成長率は5.8%と減速し、2009年以来4年ぶりに6%を下回り、2015年の成長率は4.8%と減速した。経常収支の赤字化や通貨安もあり、輸出促進による収支改善が課題である。

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であるとの指摘がある<sup>16</sup>。2015年の外国直接投資（実現ベース）は前年比19.2%増の365.9兆ルピア<sup>17</sup>に達した。国内投資も前年比15%増の179兆ルピアに達し、ともに過去最高値を記録している。<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> インドネシア中央統計局より

<sup>17</sup> 2015年ルピア為替レートは0.0091円

<sup>18</sup> 外務省ホームページ「最近のインドネシア情勢と日・インドネシア関係」（2016年5月15日）

表 1 インドネシア国主要経済指標

項目	2012年	2013年	2014年
実質GDP成長率	6.2 (%)	5.8 (%)	5.0 (%)
名目GDP総額	876.72 (10億ドル)	868.35 (10億ドル)	888.49 (10億ドル)
一人当たりの名目GDP	3,591 (ドル)	3,510 (ドル)	3,531 (ドル)
鉱工業生産指数伸び率	4.1 (%)	5.9 (%)	4.7 (%)
(備考: 鉱工業生産指数伸び率)	製造業生産指数上昇率	製造業生産指数上昇率	製造業生産指数上昇率
消費者物価上昇率	4.3 (%)	8.4 (%)	8.4 (%)
失業率	6.1 (%)	6.2 (%)	5.9 (%)
輸出額	190,020 (100万ドル)	182,552 (100万ドル)	176,293 (100万ドル)
(備考: 輸出額)	FOB	FOB	FOB
対日輸出額	30,135 (100万ドル)	27,086 (100万ドル)	23,166 (100万ドル)
輸入額	191,690 (100万ドル)	186,629 (100万ドル)	178,179 (100万ドル)
(備考: 輸入額)	CIF	CIF	CIF
対日輸入額	22,768 (100万ドル)	17,138 (100万ドル)	17,008 (100万ドル)
経常収支 (国際収支ベース)	△24,418 (100万ドル)	△29,115 (100万ドル)	△27,516 (100万ドル)
貿易収支 (国際収支ベース、財)	8,618 (100万ドル)	5,833 (100万ドル)	6,982 (100万ドル)
金融収支 (国際収支ベース)	24,845 (100万ドル)	21,964 (100万ドル)	45,340 (100万ドル)
直接投資受入額	24,565 (100万ドル)	28,618 (100万ドル)	28,530 (100万ドル)

(出典: JETRO ホームページ インドネシア 統計 基礎的経済指標 (最終更新 2016年))

## 1-2. 対象国・地域の対象分野における開発課題

対インドネシア共和国国別開発協力方針 (2012, 外務省)<sup>19</sup>によると、同国の課題として、地震、津波、火山、洪水、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。災害予防の観点から、防災行政を担う国家防災庁 (BNPB) および地方防災局 (BPBD)

<sup>19</sup> 対インドネシア共和国国別開発協力方針 (2012, 外務省)  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072224.pdf>

の能力強化、統合的水資源管理を通じた洪水対策、住宅の耐震化に向けた制度構築といった課題が挙げられている。マカッサル市では、雨期には、道路冠水、住宅浸水などが頻繁に発生するなど、これらの災害への対応が課題となっている。また、河川の水質汚染が著しく、排水施設の整備が不十分であることも相まって、浸水時に汚水が浸水することによる伝染病<sup>20</sup>の蔓延などの衛生問題も危惧されている。

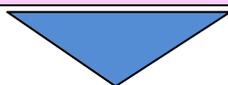
#### ●現状と課題

##### <不均衡の是正と安全な社会造りへの支援>

経済活動がジャワ島・バリ島に集中しているため、東部地域を始め他島との経済格差の是正が重要な課題となっている。同国政府は国家中期開発計画(RPJMN)2015-2019のうち、地方開発を重点分野としている。

##### <防災・緊急事態対策>

地震、津波、火山、洪水、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。災害予防の観点から、防災行政を担う国家防災庁(BNPF)および地方防災局(BPBD)の能力強化、統合的水資源管理を通じた洪水対策、住宅の耐震化に向けた制度構築といった課題が挙げられる。



#### ●開発課題への対応方針

##### <不均衡の是正と安全な社会造りへの支援>

地方の経済開発の促進を通じた地域間経済格差の是正を目指すジョコ政権の取組に協力する観点から、主要な地域間・島嶼間・都市間の基幹交通ネットワーク等の整備、地方での電源・資源開発を含む、物流・人流のハブとなる拠点都市圏の都市基盤整備等を支援する。

##### <防災・緊急事態対策>

災害発生頻度の高い地域や人口・産業の密集地域等、災害リスクの高い地域の防災能力向上を特に意識しつつ、防災インフラの整備支援とともに総合的な防災体制強化を中心として、予防(事前対策)、緊急対応、復旧・復興の各段階における災害対応能力の向上に係る支援を行う。

図3 インドネシア国の現状、課題、対応方針  
(対インドネシア国別開発協力方針を基に JICA 調査団作成)

我が国の「対インドネシア国別開発協力方針<sup>21</sup>」に示す3つの援助重点分野のうち、本案件化調査は「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」「防災・緊急事態対策」の援助方針に合致するものであり、特にマカッサル市における「インフラ整備支援」、「地方開発

<sup>20</sup> 同国では赤痢、コレラ、腸チフス、A型肝炎、デング熱等の感染リスクがある。(厚生労働省検疫所、インドネシア国別情報より)

<sup>21</sup> 外務省 対インドネシア国別開発協力方針  
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072226.pdf>

のための防災・災害対策支援」、「高等人材の育成支援等」に貢献する事業である。

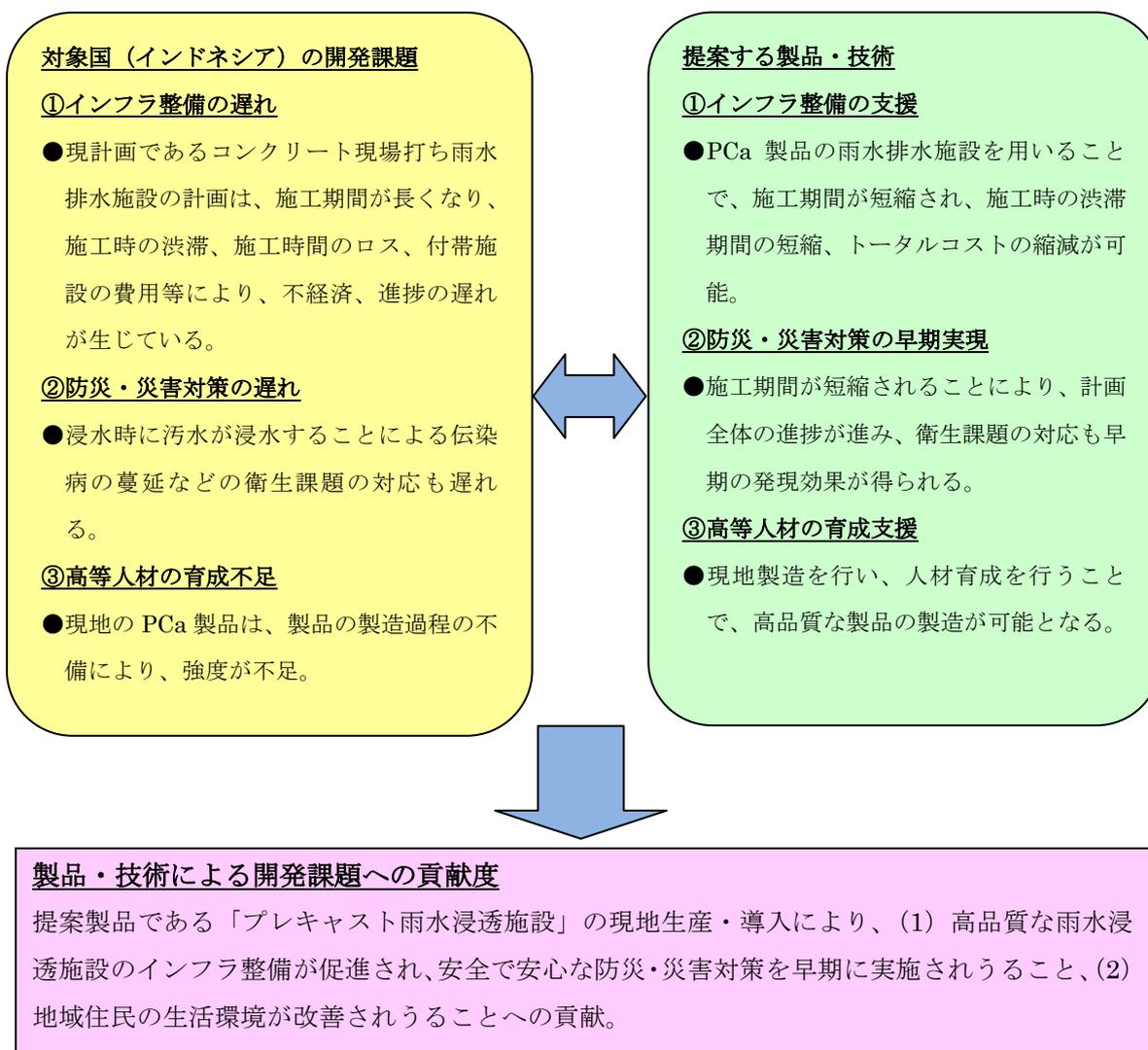


図4 インドネシア国の開発課題解決策及び貢献  
(対インドネシア国国別開発協力方針を基に JICA 調査団作成)

表2 インドネシア国における災害発生状況（2005年～2015年）

災害種類	発生件数 (件)	死者数 (人)	被災者数 (人)	被害額 (US\$)
干ばつ	10	9,340	4,804,220	160,200
地震	113	198,487	9,128,868	11,696,356
伝染病	31	3,147	679,045	0
洪水	185	7,482	10,034,941	6,657,047
地滑り	56	2,631	397,952	146,745
暴風雨（台風等）	9	1,978	18,248	1,000
火山活動	55	18,310	1,321,528	530,390
野火	10	319	3,444,142	10,329,000
合計	469	241,694	29,828,944	29,520,738

（出典：EM-DAT, OFDA/CRED International Disaster Databaseを基にJICA調査団が作成）

### 15 Countries Account for 80% of Population Exposed to River Flood Risk Worldwide

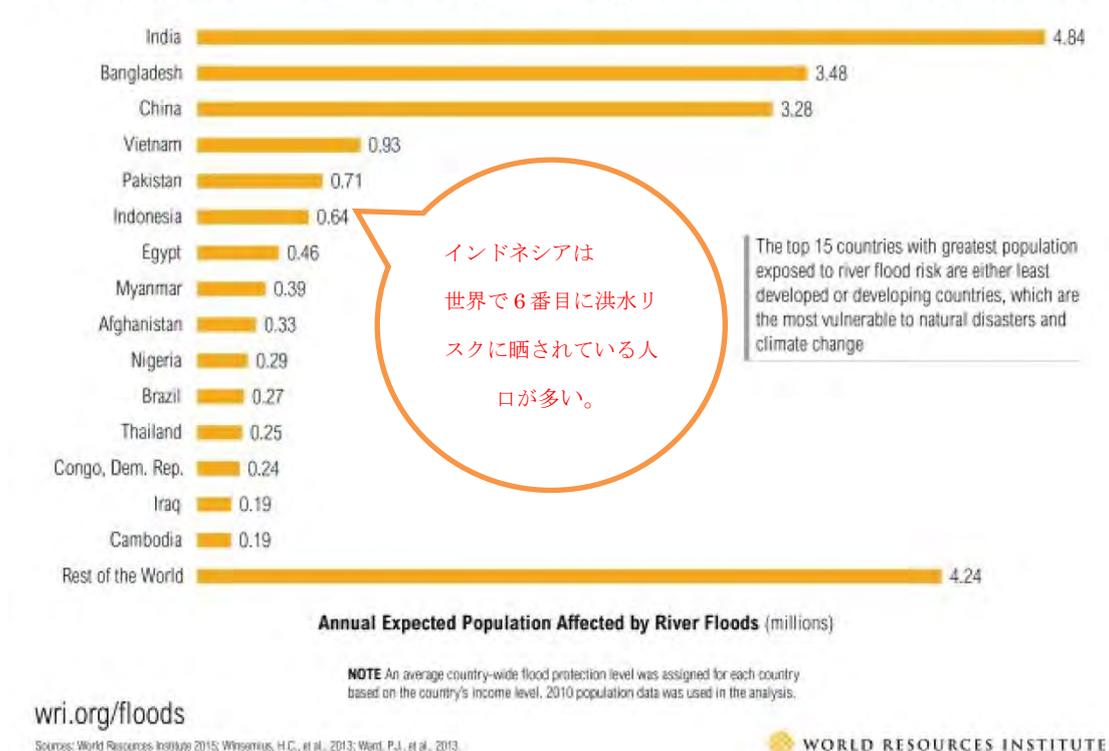


図5 洪水リスクの高い15ヶ国  
（出典：世界資源研究所,2015年）

このような状況の中、道路冠水、住宅浸水対策として、マカッサル市では、前述の「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<sup>22</sup>を計画しており、長期に渡り、道路の規制を伴うことから、施工時の渋滞が課題となっている。加えて、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同時に、計画に対する施工実施の進捗の遅れが課題となっている。下の写真は、同箇所における常時と冠水時の状況である。



【常時の市街の状況】



【冠水時の市街の状況】

---

<sup>22</sup> 同国ではPCa 製品会社が少ないことに加えて、その製造能力が劣ることから多くが現場打ちの水路工事を実施している背景がある。

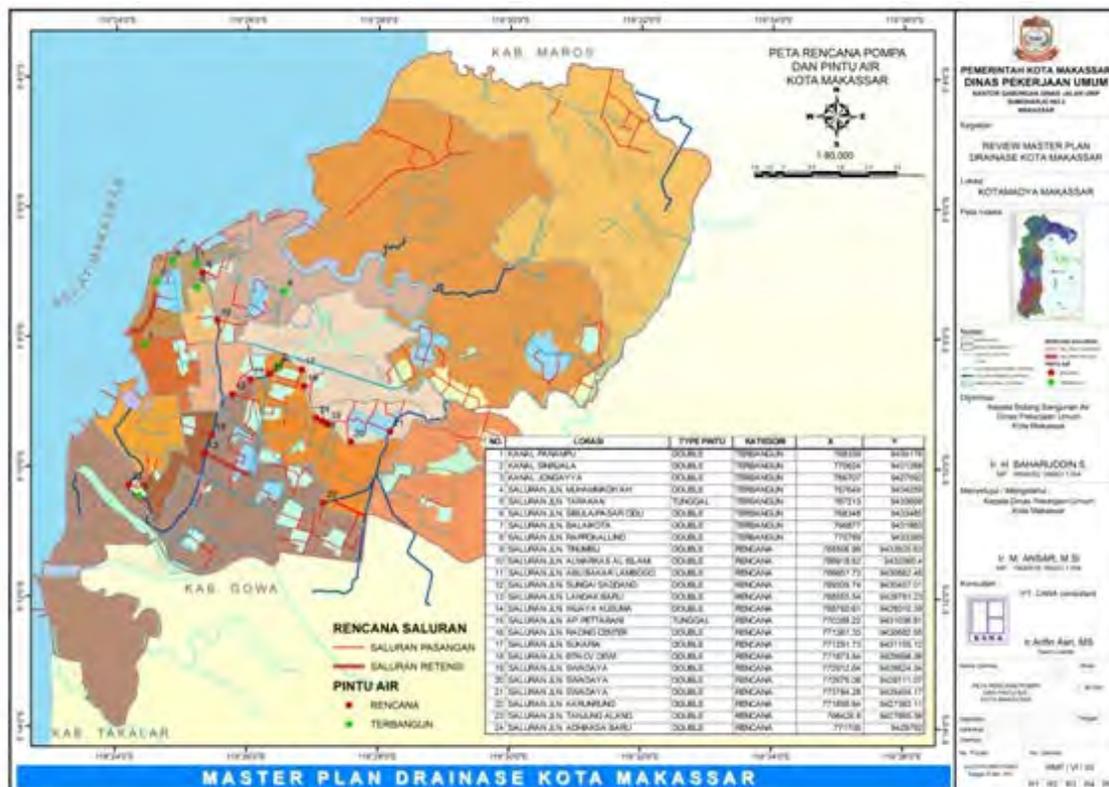


図6 マカッサル市浸水対策計画  
(出典：マカッサル市排水マスタープランより抜粋)

### 1-3. 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

インドネシア政府は、近年の災害を契機に災害対応能力のさらなる向上のために、2007年に防災法24号を制定し、2008年には国家防災庁（BNPB）を設立する等、防災体制の強化に取り組んでいる。

#### 1-3-1. 国家防災計画（National disaster management plan, 2010 - 2014 年）

国家防災計画は、2010年1月に策定された5ヵ年計画であり、防災法に続き国家の防災基本方針を明記した最高位に位置する重要な計画である。計画の目的は、1)災害種別による災害リスクの把握とリスク軽減の為の対策の優先度の設定及びこれらリスクによる被害の減災方策、プログラムを策定すること、2) 災害管理を計画的、統合的、組織的及び、包括的に実施するため、防災関連省庁、非政府団体、企業及び全ての関係者にガイダンスを提供すること、3) 地方政府が災害管理を計画的、統合的、組織的及び、包括的に実施できるためのガイダンスを提供することとされている。

本来であれば、国家防災計画は、災害管理サイクル(災害前、災害対応、および災害後)に沿った、全てを網羅した計画になっている必要がある。しかしながら、現在策定されている国家防災計画は、インドネシアにおける各災害リスクの把握、大まかな災害対応機関の明確化、災害管理の国家方針、国家災害方針達成の為にプログラム、予算と会計、モニタリング・評価・報告についての一般的記述が記載されているに留まり、各災害による具体的な対策の実施と対策毎の責任機関等については触れられておらず、具体的な防災計画が十分には明らかになっていない。

### 1-3-2. 国家防災行動計画 (National Action Plan for Disaster Reduction, 2010 - 2012 年)

2007年1月に、国家防災行動計画 (2006 - 2009) がUNDPの支援により策定された。これは、上述した国家防災計画よりも先行して策定された計画である<sup>23</sup>。その後、2010年1月に国家防災行動計画 (2010 - 2012) がUNDP及び世界銀行の支援により策定された。本計画は、兵庫行動枠組み<sup>24</sup>に沿って以下の優先事項を計画している。

- 1) 災害リスクの軽減は、実施へ向けた強力な組織的基盤を備えた国家・地方における優先事項であることを保証する。
- 2) リスクの特定、評価、監視と早期警戒を強化する。
- 3) 全レベルにおいて安全の文化と災害に対する抵抗力を培うために、知識、技術革新、教育を利用する。
- 4) 潜在的なリスク要素を軽減する。
- 5) 全てのレベルにおける効果的な対応のための災害への備えを強化する。

### 1-3-3. 国家レベルの開発計画 (社会経済計画) の制度概要

インドネシアの地方政府は州 (34、特別州等を含む)、市 (都市部自治体、98)・県 (農村部自治体、416) の3層構造であり、各政府は、①「法律 2004 年第 25 号の国家開発計画体系法」に基づく社会経済開発計画、②「法律 2007 年第 26 号の空間計画法」に基づく空間計画を策定する権限を有し、これらの計画を基に開発政策を実行している。

法律 2004 年第 32 号の国家開発体系法に基づき、①国家長期開発計画、②5 カ年計画である国家中期開発計画、③年次計画である実施計画は立案されており、その所掌は国家開発計画庁 (BAPPENAS)、または地方開発計画局 (BAPDEDA) である。長期開発計画は、20 年間にわたる開発ビジョンとミッション、戦略等の政策の方向性を示す役割を果たしている。中期開発計画は、長期開発計画等との整合性に配慮しつつ、大統領がその施政方針に従って、国家開発戦略、マクロ経済フレーム、及び5年間の優先的取組施策を示すも

<sup>23</sup> 本計画は、国家を中心に地方及び関係機関が災害対策を実施する上での参考資料として活用された。

<sup>24</sup> 兵庫行動枠組み <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/kikan/kosshi.html> (2017年1月10日)

のであり、就任後遅くとも3ヶ月のうちに策定するとされている。なお、現行の長期計画は2005-2025年、中期計画は2015-2019年を計画期間としている。

インドネシアにおける今日の社会・経済開発計画（国家開発計画）の体系は、「2003年法律第17号（国家予算法）」及び「2004年法律第25号（国家開発計画システム法）」に基づいている。

#### （1）国家長期開発計画（2005～2025年）

「法律第25号」によれば、国家レベルならびに地方レベル「長期開発計画」が、20年間にわたるビジョン・指名・政策の方向性を示す役割を持つものとされている。現行の国家長期開発計画2005～2025（RPJPN 2025）は、国家の自立・前進・公正・繁栄を実現するための計画と位置づけられ、以下の8項目からなる目標を掲げている。

- ① 国是（PANCASILA：パンチャラ）の理念に基づき、高い道徳、倫理、文化、文明を持つ社会の実現
- ② 競争力ある民族の実現
- ③ 法に基礎を置く民主社会の実現
- ④ 安全で平和な統一されたインドネシアの実現
- ⑤ 平等で公正な発展の実現
- ⑥ うつくしくかつ不滅のインドネシアの実現
- ⑦ インドネシアが、国益に立脚し自立した先進的で強い島嶼国家になることの実現
- ⑧ 国際社会の中で重要な役割を担うインドネシアの実現

#### （2）国家中期開発計画（National Midterm Development Plan）

長期開発計画の基本目標に沿い、目標達成に向かって段階的に区切った5年毎の中期開発計画（RPJMN）が策定されている。5年単位の4ステージにおける優先事項と戦略概要が示され、各ステージでそれぞれ前期の計画を見直しながらか引き継がれていく。

##### ① 第一次中期開発計画（RPJMN 2005-2009）

全ての分野において、安全で平和、公正で民主的、国民の繁栄が向上するインドネシアを築くことを目指した国家の開発を行う。

##### ② 第二次中期開発計画（RPJMN 2010-2014）

全ての分野において、科学技術分野における能力開発等による人的資源の質の向上のための対策への注力、並びに経済競争力の強化による改革を安定させる。

##### ③ 第三次中期開発計画（RPJMN 2015-2019）

種々の分野において、優れた天然資源及び質の高い人的資源を基礎とした経済競争力の達成強化と、向上し続ける科学技術力の強化により、全体的な開発をより強固にする。

#### ④ 第四次中期開発計画（RPJMN 2020-2024）

質が高く競争力ある人的資源にささえられた、各地域において競合可能な優位性の上に、しっかりした経済構造を築くことを通じて、種々の分野における開発を加速し、社会の自立、進化、公正、繁栄するインドネシア社会を実現する。

#### 1-3-4. 国家レベルの空間計画の制度概要

地方分権化や都市化の進行等を背景として、空間計画の根拠法である「空間計画法（Spatial Plan）」が2007年に改正された（法律2007年第26号）。同法の改正では、都市化への対応策として、特に市の空間計画において、交通計画や緑地計画、インフォーマルセクターに係る情報を盛り込むと共に、公園や緑道、墓地等の緑地に当該市域の30%を充てるという数値目標も示されている。法律2008年第26号として制定された現行の国家空間計画（National Spatial Plan）は計画期間を20年とし、5年毎に見直しがなされる。策定機関は国家空間計画調整委員会（経済担当調整相が委員長）であり、その事務局はBAPPENASに置かれ、公共事業・国民住宅省空間計画局が委員会の実務を担っている。

#### 1-3-5. 対象地域における開発計画

マカッサル市では、災害・水害対策のため、「浸水対策計画（Contingency Plan For Flood of Makassar, Rule No.48, 2014, Mayor of Makassar）」（2014年～2019年）を策定しており、雨水排水施設のインフラ整備が実施されている。しかし、同市は、海拔が低く平坦な地形であることから排水路の機能が十分に発揮できない状況にある。

浸水対策は、洪水被害の軽減国家開発計画における重点課題とされている。

#### 1-4. 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

インドネシア国における防災及び災害対策分野の JICA 及び他ドナーの支援状況は以下表3とおりでである。

表3 防災・災害対策分野の支援状況及びその概要

JICAによる防災・災害対策分野の支援状況	概要
① 総合的なバンジールパンダン対策（土砂災害対策、2008年～2011年）	土石流災害や津波災害といった特定の災害種に対する行政官、住民の早期警戒、監視能力の向上を目指した技術支援を行っている。
② ジェネベラン川流域管理能力強化計画調査（都市洪水対策、2003年～2007年）	ジェネベラン川における流域管理システムが強化されることを目的に、(1) ジェネベラン川流域管理組織のキャパシティビルディング（経営管理、財務管理、河川流域管理、人材育成）、(2) ジェネベラン川流域全体の施設の運営・維持管理計画作成を行う。
③ 南スラウェシ州マミナサタ広域都市圏 上水道サービス改善プロジェクト	イ国政府は2007年度にマミナサタ広域都市圏に位置する4つのPDAMを対象に、(1) 広域連携体制構築、(2) 無収水率改善対策、(3) 財務改善、(4) 施設維持管理改善、(5) 水質管理改善を通じた水道事業運営・維持管理体制の改善により、水道サービスの向上を図ることを目的として、技術協力プロジェクトを我が国に要請した。JICAは2009年1～3月に詳細計画策定調査を実施し、イ国側とプロジェクトの枠組みや内容に合意したことを受け、同年6月にR/Dへの署名を行った。マミナサタ広域都市圏における水道会社による上水道サービスが改善される。
④ メダン洪水防御事業（都市洪水対策、2007年～2009年）	北スマトラ州メダン市を貫流するデリ川、ブルチュット川の河川改修工事とメダン放水路建設を行うことにより、同地域の洪水被害の軽減を図り、もって民生の安定・向上および地域経済振興に寄与する。
⑤ ジャカルタ水害軽減組織強化プロジェクト（都市洪水対策、2006年～2010年）	ジャカルタ首都圏において、非構造物による洪水対応能力が向上する。
⑥ ソロ川下流域河川改修事業（円借款、都市洪水対策、2007年～2015年）	東ジャワ州ソロ川下流域において、ジャブン調整池の建設、ボジョネゴロ堰の建設、および洪水警戒警報システムの導入を行うことにより、東ジャワ地域の洪水被害の軽減（20年確率流量対応）及び安定的な水供給を図り、同地域の経済発展に貢献するもの。2015年の事業完成を目指す。
他ドナーによる防災・災害対策分野の支援状況	概要
① 国連開発計画 SC-DRR Project (Safer Community through Disaster Risk Reduction)	法制度整備や専門家の派遣、災害データベースシステムの構築、地域防災計画策定支援（国・州レベル）、リスクマップ作成支援（州）、コミュニティ支援（赤十字を通じて）を行っている。
② オーストラリア国際開発庁 Australia Indonesia Facility for Disaster Reduction (AIFDR)	5か年の計画で州レベルのハザードマップの作成、研修教材作成と研修の実施、防災研究の実施、他ドナーを含めたパートナーシップ構築の支援を行っている。
③ ドイツ国際協力公社 The German-Indonesian Tsunami Early Warning System (GITEWS) Project	システム・機材導入等のハード面での支援をPHASE I、住民教育やハザードマップの整備等、ソフト面での支援をPHASE IIで実施している。

（出典：JICA ナレッジサイトより JICA 調査団作成）

JICA では災害に対する行政官、住民の早期警戒、監視能力の向上を目指した技術支援に加えて、円借款にて河川流域河川改修事業等が実施されてきている。

他方、国連開発計画、オーストラリア国際開発庁、ドイツ国際協力公社等の援助機関からの資金を基に災害対策を実施してきた。具体的には、災害対策分野の専門家派遣、災害データベースシステムの構築リスクマップ作成支援、住民教育やハザードマップ等のソフト面での支援をしている。これらの ODA 事業を受けて、洪水・浸水対策分野の対策やプレキャスト雨水浸透側溝・プレキャスト雨水貯留施設の活用可能性が考えられる。更なる分析については次回以降の調査にてより詳細にすることとする。

## 1-5. 対象国・地域のビジネス環境の分析

インドネシア政府は、外資規制緩和を通じて投資を呼び込み経済成長加速を目指す方針でいる。その一策として挙げられるのが投資規制業種の緩和である。同国では、これまでに何度か外国からの投資規制業種（ネガティブリスト）の改訂を重ねる過程で徐々に投資分野の開放をしてきている。特に「1994年政令第20号」の施行以降、100%外資分野も増えている。提案企業がインドネシア資本との合弁企業を設立する場合は、分野・業種によって容認される外資の比率、外資の額が異なる。最終的には投資調整庁の決定によるので、その動向については留意しておく必要がある。

また、インドネシアでは開発案件に対しては優遇制度が設けられており、外資誘致のために、6年間の投資額に対する課税所得控除、固定資産の減価償却年数の最高10年までの短縮、損失繰り上げ期間を5年以上10年未満までの容認などの優遇措置が特定の業種や地域に対して与えられている（関連法令「2007年大統領令1号」、「2008年大統領令第62号」）

### ① 特定の業種

食品、紡績縫製、パルプ・紙、工業化学材料、製薬、ゴム・ゴム製品、鉄・鉄鋼、機械・設備、電気、陸上運送車両、造船・修理、プラスチック製品包装材、セメント、地熱発電、石油精製、小規模天然ガス精製、等。

### ② 経済発展統合地区

スラウェシ島、カリマンタン島、イリヤンジャヤ、ヌサトゥンガラ、スマトラ島等に属する一部地域。

### ③ その他

投資調整庁の許可を得た新規投資や輸出型企業への優遇措置、保税制度、自由貿易地域（フリートレードゾーン）での優遇措置。

更には、再生可能エネルギー開発、産業排水対策に関する技術開発等、開発に対する優遇措置がある。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1. 提案企業の製品・技術の特長

#### 2-1-1. プレキャスト雨水浸透側溝・プレキャスト雨水貯留施設

株式会社ヤマウ（以下、提案企業）の雨水浸透側溝は、従来の「雨水を下流に排出する」側溝とは構造上異なり、通常のU型側溝の排水機能に加え側溝の側壁、底面部から雨水を地中に浸透させる機能を有している。雨水を地中に浸透させることで、都市の保水機能の回復、温暖化防止の効果が期待できる。

以下にプレキャスト雨水浸透側溝の特長を示す。

- ① 側溝の側面、底面に設けた開口部からフィルター（多孔式）を通して雨水を浸透する。
- ② 側溝の周りに採石層を設けることで雨水を効率よく浸透できる。
- ③ 多孔式により目詰まりせず半永久的に浸透効果が得られる。
- ④ 多孔式であっても強度が低下せず、軽量化も図れる。

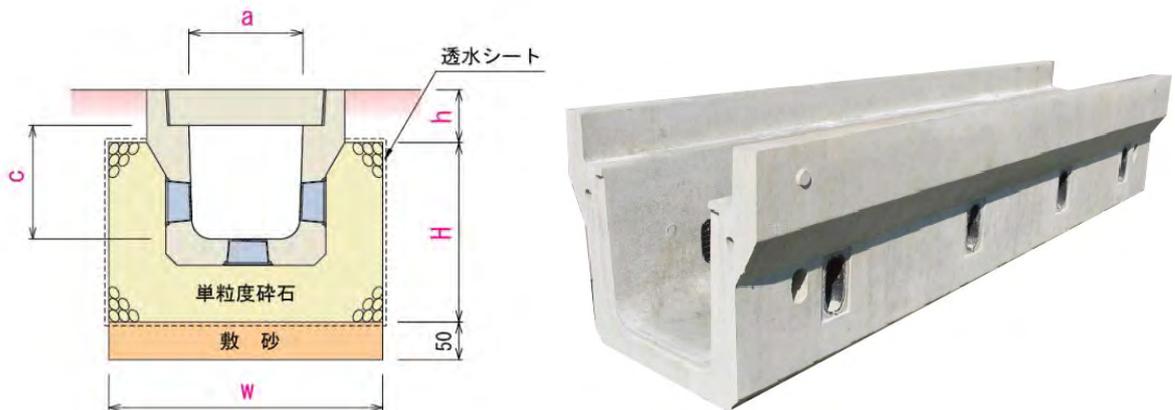


図7 プレキャスト雨水浸透側溝

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。

以下にプレキャスト雨水貯留施設の特長を示す。

- 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となり、現地状況に応じた対応が可能。
- 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。
- ③ プレキャスト製貯留槽のため安定した強度、品質を確保できる。
- ④ 効率的な部材構成のため施工時間の短縮が可能。

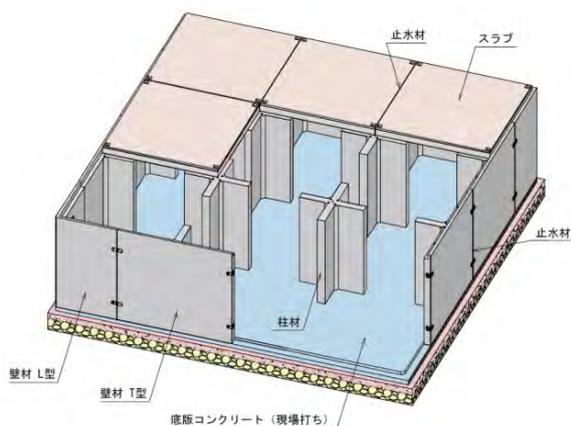


図8 プレキャスト雨水浸透施設

## 2-1-2. 提案製品・技術のスペック・価格

### (1) プレキャスト雨水浸透側溝

プレキャスト雨水浸透側溝は、側面及び底面に開口を設け、側溝の側面外側及び底面に碎石を充填して雨水を地中に浸透させる側溝であり、雨水貯留施設と併用すると、効果的に雨水を処理することが可能となる。インドネシアでは、側溝の規格寸法などは現地の施工条件に合わせ、仕様を決定し生産を行うことを想定している。

- ① 寸法：300×300 ～ 600×600、L=2.0m/本。(左記サイズ以上も施工は可能)
- ② 放流量、浸透量：側溝サイズと施工延長による
- ③ 荷重：活荷重 T-25
- ④ 製品部材の重量：約 0.6～1.3 t
- ⑤ 直接工事費：36,000～78,000 円/本（土工事含まず）

### (2) プレキャスト雨水貯留施設

プレキャスト雨水貯留施設は、貯留規模により 2 タイプ (①アクアポンドS ②ためる一ぶ) があり、貯留量、貯留施設施工面積また貯留槽内空高さ等により施工性、経済性等を考慮して決定する。また、インドネシアでは、現地の施工条件に合わせ仕様を決定し生産を行うことを想定している。

- ① 貯留量：100 m<sup>3</sup>～5,000 m<sup>3</sup>
- ② 貯留槽の内空高：1.0m～8.0m
- ③ 荷重：活荷重 T-25、群集荷重 10KN/m<sup>2</sup>
- 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/m<sup>3</sup>（土工事含まず）

提案製品・技術における特許の有無（国内、海外）：あり・なし

申請中：【整理番号】ZZ-K15047P 【特願】2015-179148

【発明の名称】プレキャストコンクリート製構造物及び同プレキャストコンクリート製構造物を備えた貯留槽

### 2-1-3. 提案製品の国内外の販売実績

提案企業が実施した、プレキャスト雨水浸透側溝、プレキャスト雨水貯留施設の国内での過去 5 年の販売実績を示す。

表 4 提案製品の販売実績表

施工年	プレキャスト雨水浸透側溝		プレキャスト雨水貯留施設	
	施工実績	売上高	水貯留施設	売上高
2010 年	6,400m (3,200 本)	36,623 千円	3,550m <sup>3</sup> (4 件)	76,802 千円
2011 年	5,200m (2,600 本)	26,531 千円	250m <sup>3</sup> (1 件)	5,502 千円
2012 年	4,200m (2,100 本)	24,825 千円	3,520m <sup>3</sup> (5 件)	82,920 千円
2013 年	6,600m (3,300 本)	34,432 千円	680m <sup>3</sup> (3 件)	18,781 千円
2014 年	3,200m (1,600 本)	24,752 千円	2,070m <sup>3</sup> (6 件)	57,173 千円
合計	25,600m (2,800 本)	147,163 千円	10,070m <sup>3</sup> (19 件)	241,178 千円

主要取引先：国土交通省九州地方整備局、県市町村（福岡県、佐賀県、大分県、宮崎県、鹿児島県、福岡市）、民間など

（提案企業資料を基に JICA 調査団作成）

### 2-1-4. 提案製品の国内外の競合他社製品と比べた比較優位性

雨水貯留施設は、現場打ちの施工、プレキャストコンクリート製品について 1,000 m<sup>3</sup>で比較した場合の優位性を示す。また、雨水貯留施設にはプラスチック製品も存在する。プラスチック製品は、使用する設置場所の制限がプレキャストコンクリート製品とは異なるが、参考として記載する。

表 5 提案製品の競合他社製品との比較

	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)	工場で製作のため、品質は安定	◎	現地で施工するため、ばらつきが大きい	△	工場で製作のため、品質は安定	◎
経済性	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	△

(出典：ウェブページ (<http://www.okinaya.co.jp/ust/usttakouhou.htm>) を基に JICA 調査団作成)

## その他

提案製品でのメディアでの取り上げ、表彰制度等での受賞実績等はない。<sup>25</sup>

## 2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### 2-2-1. 海外進出の目的

提案企業の地域では、公共事業投資額の減少及びコンクリート市場が縮小傾向にある中、本邦での市場拡大や新規ビジネスの構築は困難な状況にある。このため、今まで、提案企業で確立してきた技術やノウハウを、開発途上国を中心に展開し、新規ビジネスとして構築するとともに、社会貢献の域を拡大することを視野に海外進出を開始した。

### 2-2-2. 提案企業の経営戦略における海外事業の位置付け

国内のインフラ事業は、継続的に実施していく中、中期経営計画である『コア事業の強

<sup>25</sup> この他、提案企業では、下記についてメディアでの取り上げがある。

①斜角大型カルバートの開発 (2010年8月大分建設新聞)

経済的で製造性、施工性の良い斜角大型ボックスを九州大学と共同開発し、現場打ちと較べて工事費で10%アップ、工期は1/3に短縮できる大型斜角ボックスを開発。

②後付けエレベーター (2012年4月西日本新聞)

公営住宅や学校などに短期間で設置できる後付けPCa製品のエレベーター昇降路を開発。

③大型分割アーチカルバート (2012年4月12日大分建設新聞)

左右に2分割されたPCa製品部材と現場打ちコンクリートを併用したハーフプレキャスト工法で、工期短縮、省人化を可能。

化』及び『新規分野の開拓』は、蓄積してきた技術を海外に展開し、海外生産の軸を確立し、長期において利益を創出することを事業戦略としている。

### **2-2-3. 海外展開を検討中の国・地域・都市**

本調査は、インドネシアで5番目に大きいマカッサル市<sup>26</sup>を対象としている。本事業を足がかりに、ジャワ島、バリ島等の他の島や都市への展開を考えている。

また、福岡市が JICA/ODA 事業において「上水道政府開発援助事業」をミャンマーで実施していることから、本事業でのノウハウを活用し、ミャンマーヤンゴンへの展開も視野にいれている。

## **2-3. 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献**

### **2-3-1. 地方自治体との連携・貢献実績（地方経済振興政策への貢献等）**

国家戦略特区として福岡市は、グローバル創業・雇用創出特区に指定されており、『福岡市国際ビジネス展開プラットフォーム』の会員として専門部会等に参加し、地場企業が海外に進出する為の知財の有効利用（特許申請）、海外要員の人材育成の必要性などが提案された。2015年度は福岡市のミャンマー（ヤンゴン市）の JICA 水道事業への企業ミッションとして現地視察や現地企業への PCa 製品導入のプレゼンテーションを行い、福岡市の国際貢献・協力を寄与している。

### **2-3-2. 経済団体等との連携・貢献実績（経済連合会、商工会議所等）**

九州経済連合会の会員や産業振興委員会のメンバー企業として、国内産業の対アジア拠点化、イノベーション促進、産業間連携による高付加価値化を進めるために、産業振興に関与している。また、インドネシア研修生の受け入れを行い、モノ作りにおける人材育成や、貿易促進の為の規制緩和等について、提言・要望などを実施している。

更には、国土交通省や地方自治体のインフラ整備に寄与する PCa 製品の新技术、新工法を開発し、国土交通省 NETIS に登録し、インフラ整備の効率化に寄与している。

### **2-3-3. 大学・研究機関等との連携・貢献実績**

新製品開発・設計技術改革に関し、九州大学工学部と協力・連携を行っている。近年では、大型分割式アーチカルバートなどの新製品は九州大学との共同実験により性能確認を行うなど協力・連携している。また、JICA の C-BEST を九州大学工学部と連携し、インドネシアで実施している。マカッサル市のハサヌディン大学と九州大学は東部インドネシ

---

<sup>26</sup> マカッサル市は人口約 160 万人（第 7 位）、ジャカルタ市は約 1,010 万人（第 1 位）、スラバヤ市は約 310 万人（第 2 位）である。

アの持続的な開発について連携を図った経緯がある<sup>27</sup>。かかる状況下、提案企業は、九州大学と連携し、JICAの有償技術支援であるC・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(PCa)製品<sup>28</sup>の強度等を比較検討する案件を実施したところ、インドネシアのPCa製品は、製品の製造過程に課題があり、品質が低いことを確認した。

マカッサル市において、衛生環境の改善や防災対策などの改善となる社会インフラ整備が早急に必要とされていることを勘案し、提案企業は、インフラ整備に必要とされる排水施設に着目し、同社の過去60年以上にわたり培ってきたPCa製品技術の多くのノウハウや知見を活用し、現地の産官学と共同して社会インフラ整備に貢献することを目的としている。

#### **2-3-4. 産業集積（クラスター）等との関連**

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の「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。同制度を利用し、提案企業での研修を終え、インドネシアに戻り、現地日系企業へ就業した実績がある。本実績を中四国基礎工業組合、一般社団法人香川県建設業協会等の講演会で積極的に発信することで、他の海外進出を計画する企業の後押しに繋げている。

#### **2-3-5. 地元の経済・地域活性化への貢献実績**

##### **①事業実施による国内の雇用創出、新規開拓、新規開発**

通常の採用に加え、提案企業がインドネシアでビジネスを進めることで、福岡県で海外展開の実施を考えている地元の高等専門学校、大学、他県からの採用や、シニア層の雇用を促進する。顕著な貢献実績は現段階ではない。

##### **②事業実施による国内関連企業の売上増**

現地仕様の製品製造のために、型枠設計・製造を、国内の型枠メーカーへの発注することにより、国内需要の拡大が期待できる。

##### **③事業実施による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)**

本邦受け入れ活動において福岡市の道路上下水道部門での研修を行う事で、福岡市の道路上下水道などのインフラ技術の海外自治体への輸出ビジネス拡大が見込める。

<sup>27</sup> ハサヌディン大学工学部強化計画プロジェクト

<http://www.jica.go.jp/project/indonesia/0800059/outline/index.html>

<sup>28</sup> 現場で組み立て・設置を行うために、工場などであらかじめ製造された製品

また、九州経済連合会がインドネシア投資調整局（BKPM）と MOU を結んでおり、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、BKPM との連携強化になる。

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の「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。2015年までに42名の技能実習生を提案企業工場へ受け入れている。既に17名が3年間の実習を終えて帰国し、修得した技能・知識を活かして能力を発揮、母国の産業・企業の発展に貢献している。

### 第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

#### 3-1. 製品・技術の現地適合性検証方法（検証目的・項目・手段など）

本事業を進めるに際し、案件化調査の主な事項を下表に整理した。

検証目的：マカッサル市の『浸水対策計画』中には、24ヶ所の浸水地域での貯水槽設置計画があることから、案件化に最も適切な2地域の選定を行うための検証を下記の項目、調査方法により行った。

表6 調査・検証活動の実施項目

調査項目	調査方法	現時点で判明している事柄	調査で明らかにしようとしている事柄
(1) 現状調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>マカッサル市公共事業省（PU）や地方開発企画庁から、都市計画やインフラ整備の現状と課題の情報を収集し整理する。</li> <li>マカッサル市の洪水対策地区の役所より、生活環境等をヒアリングし、現状の排水施設と洪水時の状況を把握する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2014～2019年のマカッサル浸水対策計画が実施されている。なお、PCa製品で施工されたが、製品品質及び施工管理が悪く、発注を中断している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場動向、事業展開可能性等の基礎調査として整理する。</li> <li>提案製品が現地に設置された際に、洪水低減の効果の検証のため、洪水の頻度、浸水域、時間を把握する。</li> </ul>
(2) 市場動向調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>マカッサル市公共事業省（PU）や地方開発企画庁に加え、民間開発のプロジェクト現状と今後の動向調査を実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マカッサル市の洪水対策の他、地方開発企画庁でも同様の対策を検討中。</li> <li>詳細については、未調査。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マカッサル市公共事業省（PU）や地方開発企画庁に加え、民間開発のPCa製品の発注方法、市場調査実施し、PCa製品の需要を把握する。</li> </ul>
(3) 事業展開可能性調査等	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水対策箇所のうち、ODA事業化で本製品を設置する箇所を選定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マカッサル浸水対策計画が実施されているが、計画実施が遅れている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ODA事業年度に合致する計画箇所を5箇所抽出し、2箇所のODA事業候補箇所を選定する。</li> </ul>
(4) 現地製品設計の調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>マカッサル市の現在の設計と発注工事の製品及び工事図面の調査を実施。現地コンサルタントと大学工学部と、製品設計と工事計画図面の考察を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C-Bestで、PCa水路製品において、日本と現地製品との強度試験を実施。日本製品は、強度が約1.3倍で外観・寸法等品質に優位性があった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水路や地下貯留製品等を製造するにあたり、現地に適合した製品設計・構造計算基準の調査を実施。</li> </ul>

(5) 施工 性調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>公共事業省と建設会社協会及び現地建設会社で現地コントラクターの情報を収集し整理する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCa 製品施工後の現場を観察したが、製品に欠損が多く、品質が悪いことを把握。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地コントラクターの PCa 製品施工実績等の調査を実施。</li> </ul>
(6) 土質 調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品を設置する箇所の土質、地質調査を実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>未調査。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 箇所の ODA 事業候補箇所で、地耐力、土質の浸透係数等を調査。</li> </ul>
(7) 現地 製造工場 等の調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地の PCa 製造工場の設備や製造技術等の状況調査を実施。</li> <li>現地の型枠製造の品質等の調査を実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地の PCa 製品工場の見学を実施。</li> <li>橋桁やパイル等の大型製品が製造されていたが、水路等の製品は、製造されていないことを把握。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地の PCa 製品、型枠工場の設備や工場環境等を調査する。</li> <li>水路類の PCa 製品の製造プロセス及び供給能力を調査する。</li> </ul>

### 3-2. 製品・技術の現地適合性検証結果

下の図はマカッサル市 PU が作成した同市の洪水・浸水地域を調査したハザードマップである。特に洪水・浸水の大きな地域が赤色で示されている。

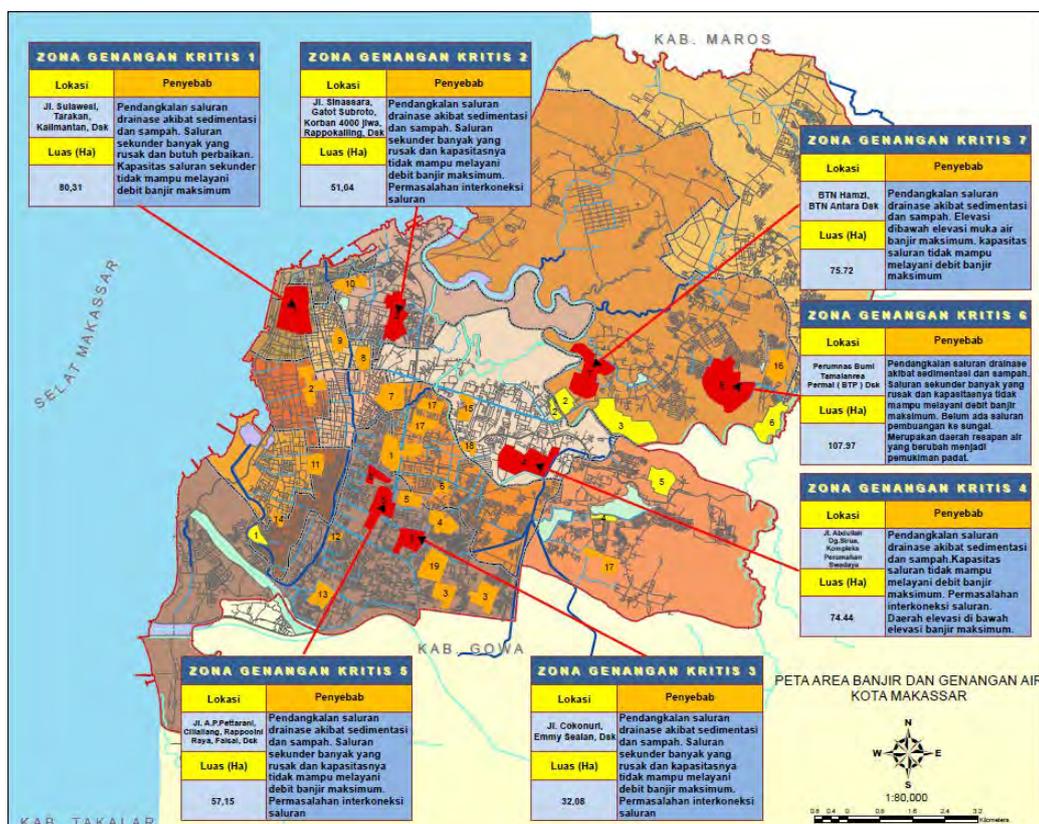


図9 マカッサル市の洪水・浸水地域

(出典：マカッサル市排水マスタープランより抜粋)

洪水・浸水ハザードは、「大きい」、「中」、「小さい」という3段階に分類される。赤色の「大きい」ハザードの地域は早い対策が必要な地域である。茶色は「中」のハザード地域であり、黄色は「小さい」ハザード地域である。

下の表は図9に示されている地域における洪水・浸水ハザードと面積である。

表7 マカッサル市の洪水・浸水地域及び面積

NO.	LOKASI	ZONA	LUAS (ha)
1	SULAWESI/TARAKAN DLL	GENANGAN KRITIS	80.3123
1	RAPPOKALLING	GENANGAN KRITIS	51.0423
1	COKONURI	GENANGAN KRITIS	32.0849
1	SWADAYA	GENANGAN KRITIS	74.4432
1	FAISAL/CILALLANG	GENANGAN KRITIS	57.1509
1	PERUM BTP	GENANGAN KRITIS	107.9739
1	PERUM HAMZI/ANTARA	GENANGAN KRITIS	75.7215
1	PELITA-A.P.PETTARANI III	GENANGAN SEDANG	48.5212
2	BAWAKARAENG-LOMPOBATTANG-LOKO	GENANGAN SEDANG	32.3116
3	TALASALAPANG	GENANGAN SEDANG	24.5065
3	MINASA UPA	GENANGAN SEDANG	32.485
4	TAMALATE	GENANGAN SEDANG	28.2397
5	HERTASNING	GENANGAN SEDANG	18.8956
6	ADHIAKSA	GENANGAN SEDANG	7.926
7	ABUBAKARLAMBOGO-MACCINI	GENANGAN SEDANG	38.7885
8	CUMI-CUMI-PONGTIKU	GENANGAN SEDANG	17.6206
9	KANDEA	GENANGAN SEDANG	16.8664
10	PANAMPU-CAPOA	GENANGAN SEDANG	22.0412
11	ONTA LAMA	GENANGAN SEDANG	19.1132
12	ANDI TONRO	GENANGAN SEDANG	5.1213
13	PERUM HARTACO	GENANGAN SEDANG	24.7969
14	BAJI PAMAI	GENANGAN SEDANG	6.2089
15	GUBERNURAN-RACING CENTER	GENANGAN SEDANG	17.7796
16	BTP BLOK AC	GENANGAN SEDANG	31.7067
17	PESONA PRIMA GRIYA_ANTANG	GENANGAN SEDANG	23.5603
17	ABDESIR	GENANGAN SEDANG	40.5028
18	BTN CV.DEWI	GENANGAN SEDANG	9.2404
19	KARUNRUNG	GENANGAN SEDANG	39.2148
1	TANUNG ALANG	GENANGAN TIDAK KRITIS	13.712
2	SMK MASTAR-TELLO	GENANGAN TIDAK KRITIS	29.8942
3	PERUM BUNG	GENANGAN TIDAK KRITIS	85.4952
4	PERUMNAS ANTANG	GENANGAN TIDAK KRITIS	7.3936
5	NIPA-NIPA	GENANGAN TIDAK KRITIS	33.6827
6	PERUM BTP BLOK AE	GENANGAN TIDAK KRITIS	42.4785

(出典：マカッサル市排水マスタープランを基に JICA 調査団作成)

第1回及び第2回現地調査を通じて、普及・実証事業を見据えた際のプレキャスト雨水浸透側溝及びプレキャスト雨水貯留施設の設置可能な候補地選定の背景や理由、各候補地の現状は以下のとおりである。また、後述の表10にて現地適合性について整理した。

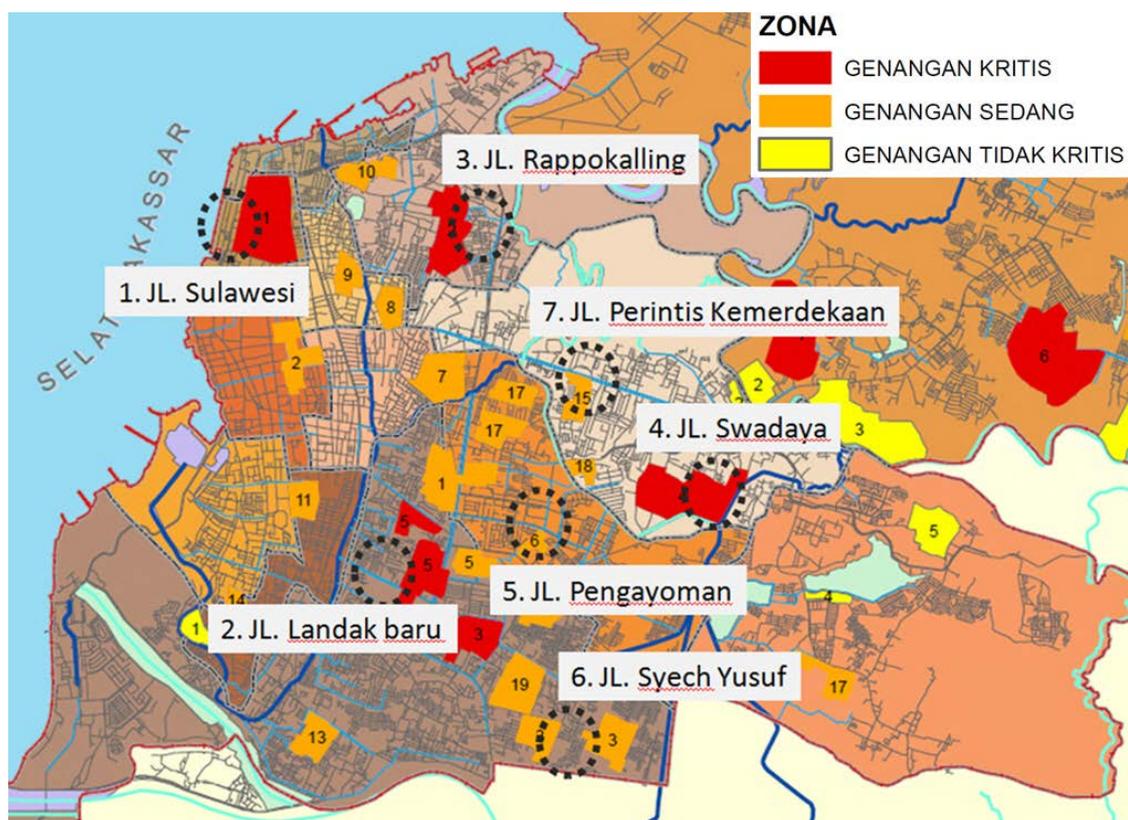


図10 マカッサル市排水マスタープランの地図上に7ヶ所の候補地  
 (出典：マカッサル市排水マスタープランを基に JICA 調査団作成)

上記7ヶ所が候補地となった背景及びその理由として、候補地1.及び2.地域はマカッサル市の『対策計画』中に貯水槽設置の具体的な候補地として、概略図面を記載して選定されていた。

候補地3.地域はマカッサル市公共事業省(PU)から候補地として検討してほしいとの要求があったため調査を実施した。

候補地4.に関しては、マカッサル市の『浸水対策計画』中に貯水槽設置提案の概略図面等はなかったもののマカッサル市公共事業省(PU)から候補地としての検討要求があったため実施し、候補地5.はJL.PERINTIS KEMERDEKAAN(ジャラン ペリンティス ケメルデカアン)地区の区役所から候補地として調査依頼があったものである。候補地6.はマカッサル市長から発出された同地における浸水対策に係る調査協力に係るサポートレターにより、候補地7.はマカッサル市の『浸水対策計画』のプラン内容を分析時に、公共事業省道路総局のマカッサル事務所より、案件化調査の対象地としての要求及び推薦があった地域である。

#### (1) JL.SULAWESI (ジャラン スラウェシ地区)

JL.SULAWESI では、ゴミや泥等の堆積物により第2水路及び第3水路の排水機能が

著しく低下しており、集中豪雨により浸水被害が発生している。また、同地域は海拔が低いいため満潮時には海水が逆流し、水路の水位が高くなることも浸水被害の原因の一つである。係る状況下、マカッサル市浸水対策計画は、道路中央の地下部にボックスカルバートを設けることで、それらの水路から効果的に雨水を取り込み、更には最下流側にポンプ室を設置することで強制的に海へ排水し、JL.SULAWESI の浸水被害を抑える計画である。

道路中央の地下部にボックスカルバートを設置する計画は一般的ではあるものの、本地区はすでに道路表面がコンクリートで舗装されておりかつ、非常に交通量の多い商業地域であるためこの地域での施工は困難を極める。



【第1回目調査：現地状況（左）、側溝状況（右）】

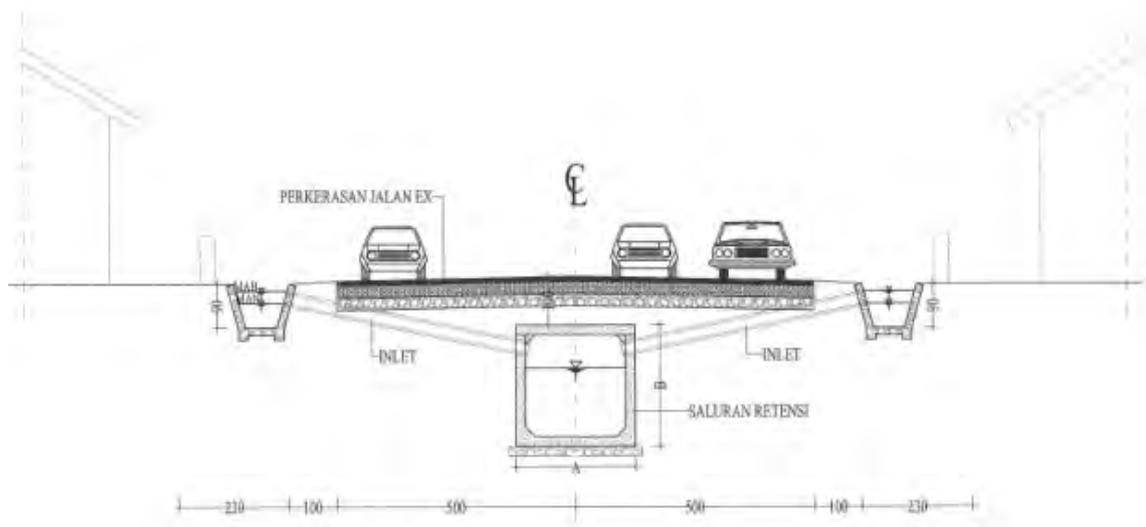


図 11 排水計画の道路断面図

(出典：マカッサル市排水マスタープランより抜粋)

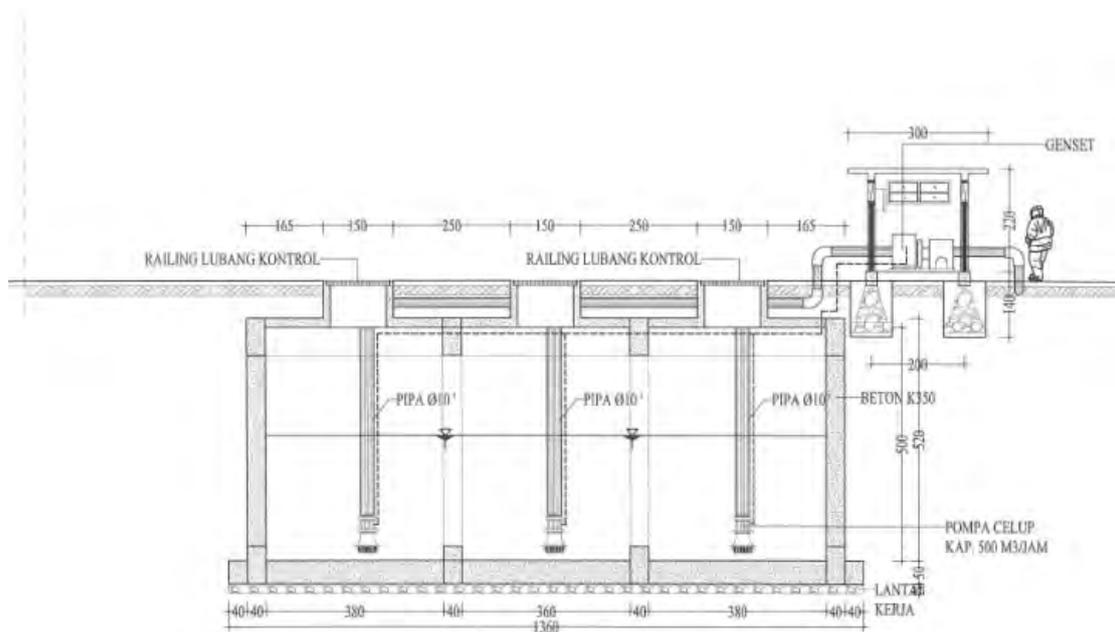


図 12 貯留施設及びポップアップ設備  
 (出典：マカッサル市排水マスタープランより抜粋)

(2) JL.LANDAK BARU (ジャラン ランダックバル地区)

JL.LANDAK BARU では、雨水を排出している水路が道路よりも標高が高い位置にあり、水路が逆勾配（雨水を流す方の管底が高い）になっている。そのため、雨水が水路に自然流下することは不可能であるため、この地域の浸水被害を引き起こしている。そこで、同浸水対策計画では、道路中央縦断方向にボックスカルバートを設けることで、それらの水路から雨水を取り込み、更には最下流側にポンプ室を設置することで強制的に水路へ排水し、この地区の浸水被害を抑える計画である。

JL.LANDAK BARU はコンクリートでの道路舗装工事が完了しているため、舗装撤去等の作業も困難である。



【第 1 回目調査：現地水路状況】

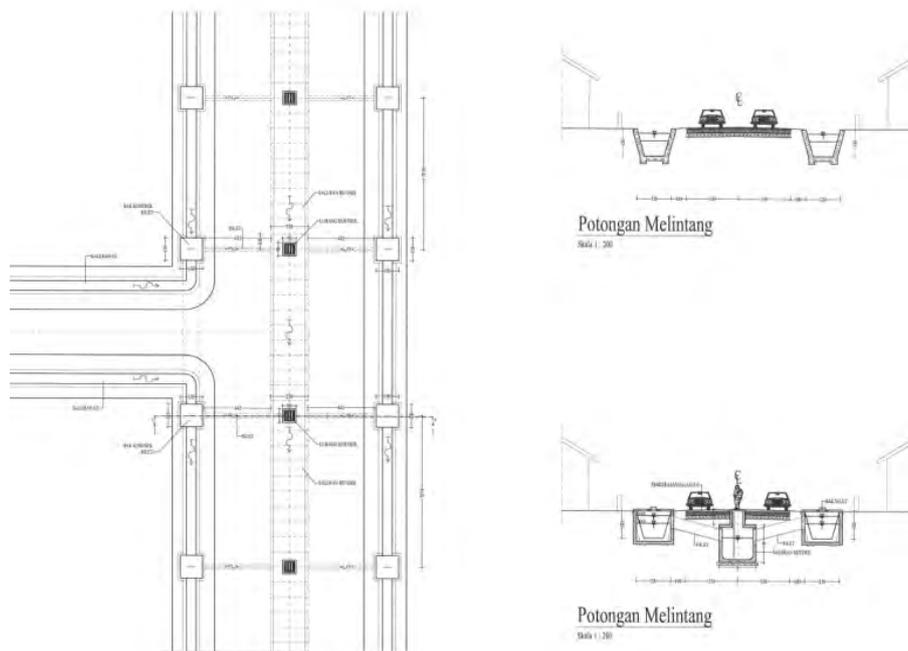


図 13 排水計画の道路平面図（左）、断面図（右）  
 （出典：マカッサル市排水マスタープランより抜粋）

(3) JL.RAPPOKALLING (ジャラン ラッポカーリン地区)

JL.RAPPOKALLING は、マカッサル市公共事業省 (PU) より、浸水被害への対応の検討を依頼された地区である。JL.RAPPOKALLING は海拔が低いため満潮時には海水が逆流し、水路の水位が高くなる。また、ゴミや泥等の堆積物が常に溜まった状態にあり、水路の排水能力は低下した状態にある。よって、集中豪雨時には水路がオーバーフローし、本地区の浸水被害を引き起こしている。

浸水対策として水門とポンプ施設を整備済みだが、堆積物により、その機能が十分に発揮できていない状態である。水路を清掃、メンテナンスすることで排水機能が改善し、浸水被害を抑えることが可能である。プレキャスト製品では潮位、堆積物の問題に対して有効な手段がないため、本地区での提案は難しいと想定される。



【第 1 回目調査：水門及びポンプ状況（左）、現地周辺状況（右）】

#### (4) JL.SWADAYA (ジャラン スワダヤ地区)

JL.SWADAYA では、以下の3つの原因により浸水被害が発生している。

- ① 隣接する地区の浸水対策による排水がこの地区の水路に流し込む構造となっており、集中豪雨により、その隣接する地区の雨水までもが集まる構造となっている。
- ② 地形的な問題でこの地区自体がすり鉢状になっており、かなり広範囲の雨水が集まる状況になっている。
- ③ 本地区を流れる水路がオーバーフローする。同水路は延長が長く、水路上流側の広範囲に渡り、雨水が集中する構造となっている。

排水計画として、水路の排水能力を高めるため水路護岸を整備中であり、更に水路上流側に大規模なオープン貯留槽を建設中である。これらの計画により上流側からの雨水を抑えることができ、この地区の雨水を排出することが可能となる。ただし、本地区では水路排水勾配を十分に確保することができないため、水路側に水門とポンプ施設を設ける必要がある。

本地区に道路以外の国有地がなく、貯留槽を導入するためのまとまった土地がないため、土地取得の交渉が難航することが予測され、排水施設の建設までにかかなりの時間を有する点が課題として挙げられる。

マカッサル市浸水対策計画の課題として、インドネシアにおける民間及び私有地での都市計画は土地取得の交渉が難航するため、国有地（道路等）のみにおいてしか都市計画ができていない点が本調査を通じて判明した。インドネシアにおける民間及び私有地で実証を考えた場合に、土地登記制度の運用が非常に恣意的で権利関係が不明瞭な事など、土地取得交渉が難航することも判明した。



【第2回目調査：現地水路状況（左）、現地周辺状況（右）】

#### (5) PENGAYOMAN (ペガヨーマン地区)

現在、PENGAYOMAN において道路中央にオープン貯留槽が設置されており、本地区を管轄している KECAMATAN からはオープン貯留槽を地下貯留槽へ変え、上側をグリーンコリドールにしたいとの提案があった。同地の所有は国であるため土地取得の交渉問題等は発生しない。

他の地区と同様に、隣接する住宅街に配置された第2水路第3水路がゴミや泥等の堆積物が原因で排水機能が著しく低下し、オープン貯留槽に雨水を十分に排出することができず浸水被害が発生している。

PENGAYOMAN は歴史的に住宅街が一番古く、後から整備された住宅街周りの道路等の標高が高く、住宅街の水がそもそも流れにくい状況である。

排水計画として、住宅街に新設の水路を計画するのは困難な状況であるため、水路の清掃等が同地区の有効な排水計画と言える。現状の水路を浸透側溝へ改修するといったプレキャスト製品の提案が可能である。



【第2回目調査：現地状況及び側溝状況】

#### (6) JL.SYEK YUSUF (ジャラン シェー ユスフ地区)

JL.SYEK YUSUF は、マカッサル市長からこの地区の浸水被害の対応を検討して欲しいとのレターを受け、調査した地区である。

JL.SYEK YUSUF は住宅街に水路が網の目状に張り巡らされているが、ゴミやドロ等の堆積物により排水能力が低下に加え、隣接する地区の雨水が住宅街を通過して水路に流れ込む構造が原因で浸水が発生している。

排水計画として、隣接する地区の雨水は住宅街の外に水路を設けることで、直接水路へ排水する。住宅街の新設の排水施設は排水処理をすることは困難であるため、既存の水路を清掃することで排水能力の回復を図る。ただし、同地区から水路までは1kmとかなり距離があり、時間及び費用の面で対策に時間を要する。



【第2回目調査：現地状況（左）、側溝状況（右）】

(7) JL.PERINTIS KEMERDEKAAN (ジャラン ペリンティス ケメルデカアン地区)

洪水による被害が多く、同浸水対策計画には実施計画はないが、2018年に水路の改修計画等があり、現地より要望のある箇所である JL.PERINTIS KEMERDEKAAN 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州知事公舎前で一番低くなっており、雨水が集まる構造になっている。2013年州知事公舎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、公舎敷地内もしくは公舎前歩道下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も可能であると想定される。



【第2回目調査：現地状況（左）、側溝状況（右）】

第3回目現地調査では、既存水路のメンテナンス状況及びプレキャスト製品の施工状況を確認した。マカッサル市政府はマカッサル市の排水のメンテナンスを最適化し続けている。これは、マカッサル市の中でいくつかの場所において、雨季の浸水発生を最小

限に抑えるために行われている。2017年に、マカッサル市政府は排水路のメンテナンスを行うために、掃除タスクフォース作業に予算を約1億円以上提案している。

そのタスクフォースメンバーは現在480人に達しているが、更に100人の人員を追加する予算を2017年度に提案する予定である。



【第1水路のゴミ状況】



【機械による第2水路掃除状況】



【人力による第2水路清掃状況】



【掃除したゴミや泥などを袋に入れる】



【州知事公舎前水路の泥掃除状況】



水路掃除は第2水路以下の小水路から行っている。機械による作業のほうが効率は良いが、作業する場所の周辺や道路状況により人力による作業も行っている。

また、現地調査から、現地の施工方法、施工技術に関する課題について以下のとおり明らかとなった。

- ① 水路勾配の調整がなされておらず、水が滞留している。
- ② 据付の精度に問題があり、掘削後の基面調整がされずに直接プレキャスト製品を置くだけの状態で凹凸が出来ており水の滞留やゴミ、汚泥の滞留が発生している。
- ③ 設計時の埋設物や電柱等の移設計画が不十分で、掘削時に水道管や水パイプ等が出てきた場合、製品間の空隙を空けたままの状態で行われていた。
- ④ 道路横断のボックスカルバート据付現場においては、水道管が製品据付位置の中心を横断している状況で施工がストップし、放置された状態で交通渋滞が発生していた。
- ⑤ 定期的な側溝や水路の清掃、メンテナンスがなされておらず、ゴミや汚泥が常に滞留している状況である。
- ⑥ 縦断勾配がとれていないため水が滞留しゴミ・汚泥が堆積しており、これも洪水原因の一つと考えられる。

現地コントラクターへのヒアリングから、受注金額により施工業者のランクが決められており、ランク下位の施工業者の施工精度には課題があるとの事である。

根本的な施工上の課題としては、適切な縦断勾配がとれる施工方法の確立と、埋設物の撤去、処理方法の確立、電柱等の移設計画等が必要である。また、定期的な側溝、水路等の清掃、メンテナンスが必要である。

製品の有効性を鑑みた場合、上記の課題をクリアした上で、現地の浸水対策を考慮すると、側溝類では、水を地中に浸透させる事が可能な浸透式側溝及び大雨による雨水を一時的に貯留できる貯留槽アクアポンドS等が有効であると考えられる。



【水路施工現場：掘削土が汚い】



【水路高さを調整しない】



【水の切替えなしで施工】



【電柱により工事中断】



【ボックスカルバート施工現場：水道管や排水・ゴミの問題】



### 3-2-1. プレキャスト製品状況

現地調査から、現地のプレキャストコンクリート製品や運搬に関する課題について以下のとおり明らかとなった。

- ① 製品の品質は上記写真にあるように、日本のプレキャストコンクリート製品の品質と比較した場合、形状のバラツキや角欠け、トロ漏れなどの外観不良が見られる。ストックの状態も乱雑であり、製品の割れ、偏荷重による製品への影響も考えられる。
- ② 製品の運搬については、トラックの荷台に製品を置いただけであり荷縛りがされていないため、走行時の車両の揺れで製品同士が接触して破損する。また、カーブを曲がる時に製品が荷台から転落することも考えられる。
- ③ 製品形状にバラツキがあることに加えて基礎が平滑でないため、製品の据付時に凹凸がみられる。

表 8 マカッサル市における三面水路整備計画の寸法表

Type	Eff. Length / L ( m )	Dimension ( m )		Weight	
		W ( m )	H ( m )	L = 1.20 ( kg/pcs )	L = 2.40 ( kg/pcs )
U. 0.50 x 0.50	1.20 / 2.40	0.50	0.50	369.00	738.00
U. 0.60 x 0.60	1.20 / 2.40	0.60	0.60	438.00	876.00
U. 0.70 x 0.70	1.20 / 2.40	0.70	0.70	438.00	876.00
U. 0.80 x 0.80	1.20 / 2.40	0.80	0.80	574.00	1148.00
U. 1.00 x 1.00	1.20 / 2.40	1.00	1.00	1089.00	2178.00
U. 2.00 x 2.00	1.20 / 2.40	2.00	1.40	2845.00	5690.00
U. 2.50 x 2.50	1.20 / 2.40	2.50	1.40	3556.00	7112.00

表 9 マカッサル市におけるボックスカルバート整備計画の寸法表

Type	Box Culvert					Weight ( kg / pcs )
	Dimension ( m )					
	H ( m )	W ( m )	L ( m )	T ( m )	X ( m )	
BC. 0.50	0.50	0.50	1.20	0.08	0.07	667.00
BC. 0.60	0.60	0.60	1.20	0.10	0.07	869.00
BC. 0.70	0.70	0.70	1.20	0.10	0.07	869.00
BC. 0.80	0.80	0.80	1.20	0.12	0.07	1292.00
BC. 1.00	1.00	1.00	1.20	0.12	0.10	1673.00
BC. 2.00	2.00	2.00	1.20	0.25	0.20	6990.00



【工事現場における三面水路製品の仮置き状況】



【ボックスカルバート製品の運搬状況】

また、現地におけるコンクリート用材料については以下の通りである。

- ① セメント・・・普通ポルトランドセメント
- ② 細骨材（砂）・・・川砂、山砂
- ③ 粗骨材・・・碎石であり石灰石が多い
- ④ 鉄筋・・・SNI 規格品

コンクリートには、日本の JIS に相当する規格として、インドネシアに Standar Nasional Indonesia (SNI) がある。これに生コンクリート及びコンクリート用材料の規格が定められているが、プレキャストコンクリート製品の規格はない。

以上のことから、製品だけを提供するのではなく、製造技術、運搬、ストック、施工までの総合的な品質管理及び技術教育・啓蒙を行うことにより、現地企業の技術向上に繋がり、マカッサル市のインフラ整備に大きく貢献できると考えられる。

### 3-2-2. マカッサル市の降雨量

BMKG（気象・気候・地球物理学庁）のマカッサル事務所を訪問し、降雨量データに関する収集を行った。現在、マカッサルのための BMKG の気象観測所は市内に 4 箇所、市近郊に 1 箇所の計 5 箇所(Maritim Paotere, Panakkukang, Panaikang, Tamangapa Kassi, Hasanuddin)がある。

同事務所にて降雨量を測定しているが、降雨量のデータには年降雨量、月降雨量、日降雨量等があり、これらのデータは BMKG で1データあたり約 600 円で購入可能である。最も詳細なデータは1日当りの降雨量であるが、中央 BMKG の許可がなければ提供する

ことが難しく、政府から中央 BMKG へのレターが必要とのことである。大学は BMKG と MOU を結びこのデータを活用する可能性があるとのことだが、大学以外の JICA 案件においてはその活用の可否が不明であり、中央 BMKG の判断になる。

### 3-2-3. マカッサル市の水路ネットワーク

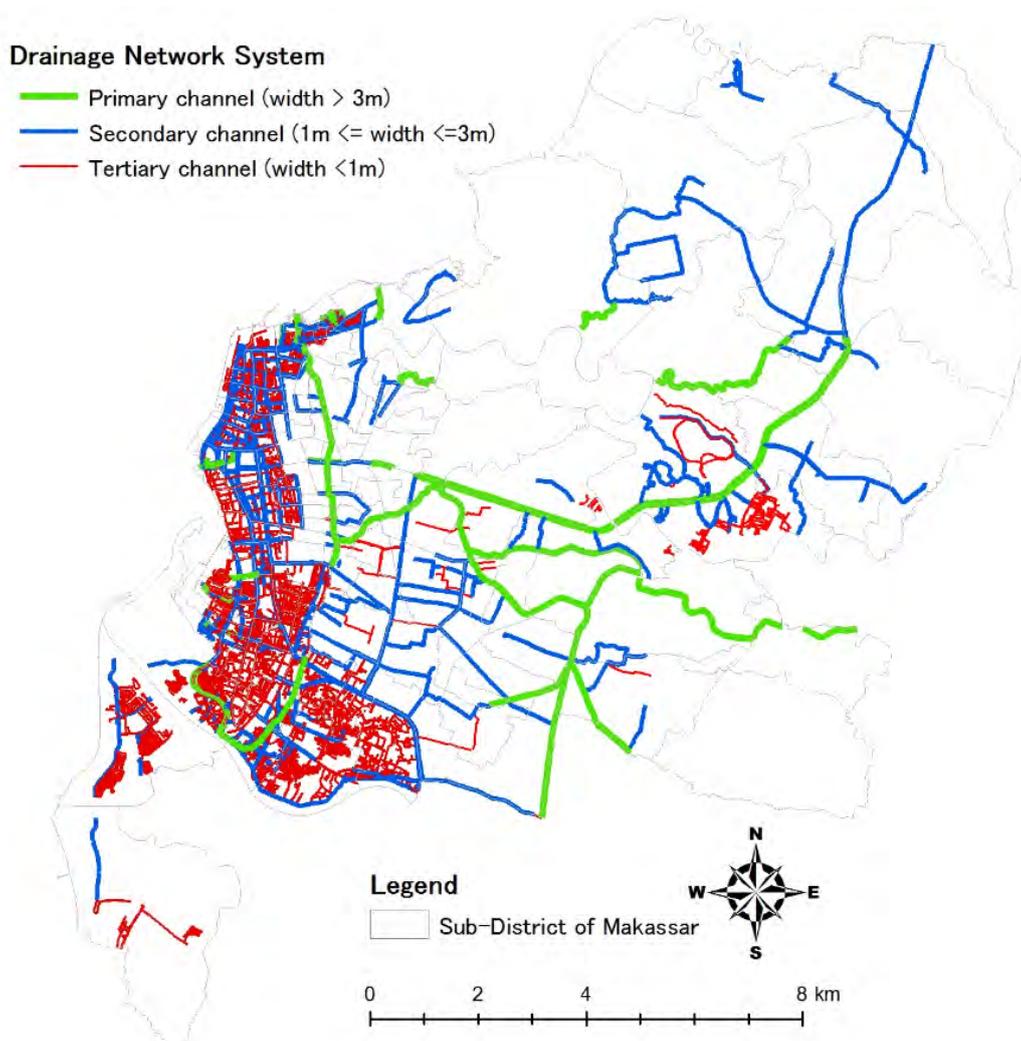


図 14 マカッサル市の水路ネットワーク

(出典：PU Kota Makassar 調査資料を基に JICA 調査団作成)

上図マカッサル市内の水路ネットワーク図である。緑色のラインは水路幅が 3m 以上の第 1 水路である。青色のラインは水路幅が 1m～3m の第 2 水路である。第 2 水路の水は第 1 水路へ流れていく。赤色のラインは水路幅が 1m 以下の第 3 水路である。第 3 水路の水は第 2 水路へ流れていく。マカッサル市の水路ネットワークマップを見ると、マカッサル市の北東部地域の水路ネットワークがまだほとんど整備されてない。

### 3-2-4. マカッサル市の水路ダメージ状況

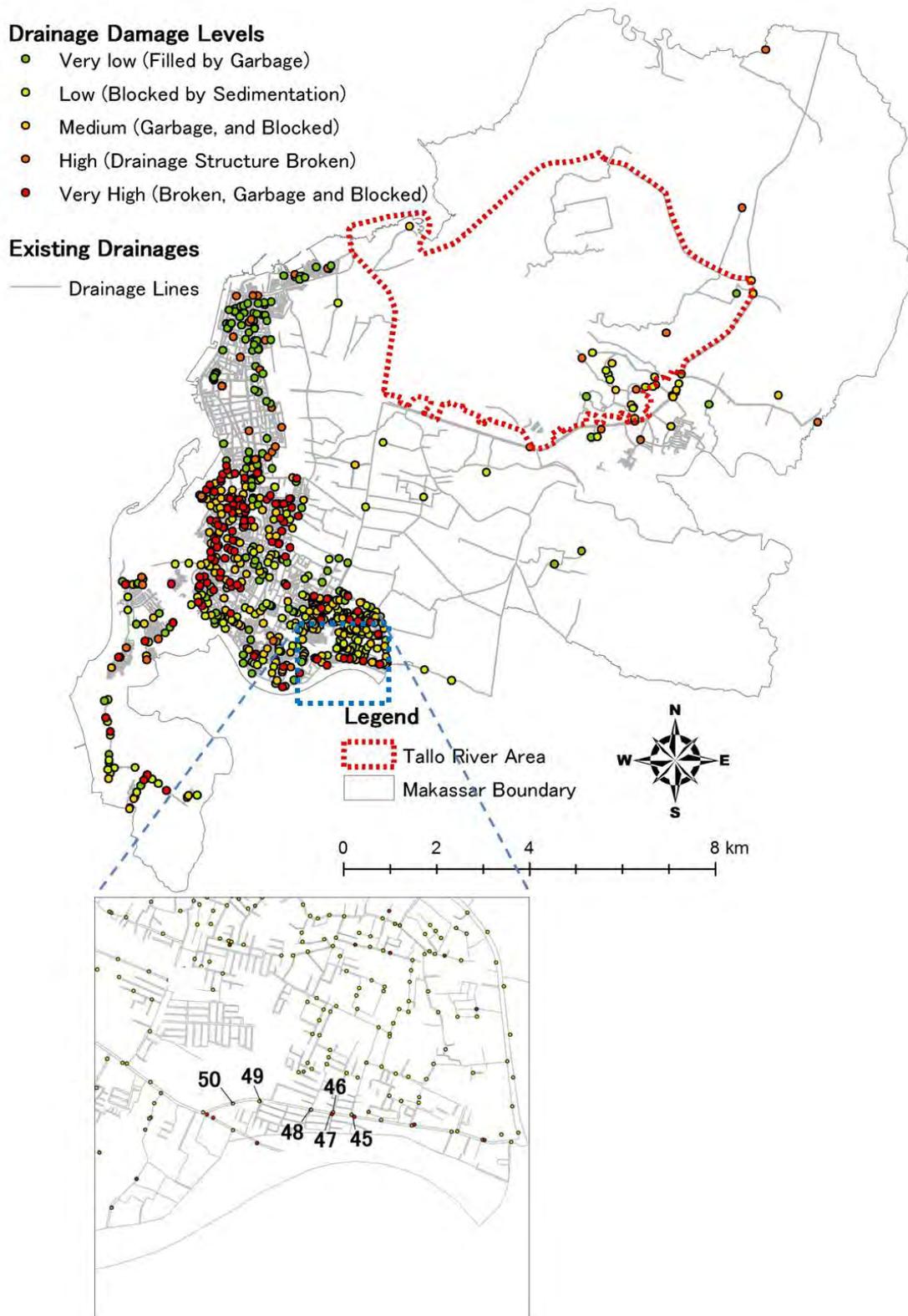


図 15 マカッサル市の水路ダメージ調査マップ (ダメージ箇所)  
 (出典：PU Kota Makassar 調査資料を基に JICA 調査団作成)

図 15 はマカッサル市 PU が作成したマカッサル市の水路ダメージ調査マップである。ダメージは「とても小さい」、「小さい」、「中」、「大きい」、「とても大きい」という 5 段階に分類される。緑色の「とても小さい」ダメージの箇所は水路にゴミが入っている状態。黄緑色の「小さい」ダメージの箇所は水路が泥でブロックされている状態を示す。黄色の「中」ダメージの箇所はゴミと泥などでブロックされる状態である。オレンジ色の「やや高い」ダメージの箇所は水路が構造的に問題がある状態である。石積みの水路や弱いコンクリートの水路はほとんど壊れているが、このレベルのダメージ箇所はまだ水が流れている。赤色の「とても大きい」ダメージの箇所は水路が壊れて、ゴミや泥などでブロックされており、完全に水路が機能していない状態である。

次の図 16 は、図 10 に示してある 7ヶ所の候補地の中の一つで、マカッサル市長から発出されたサポートレターに浸水被害の対応を検討して欲しいと要請のあった地域である候補地 6 JL.SYEK YUSUF のダメージ調査が行われた水路とその位置情報である。写真中の番号は図 15 の拡大図中の番号である。

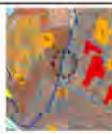


図 16 水路調査箇所の写真と緯度経度データ

(出典 : PU Kota Makassar 調査資料より JICA 調査団作成)

本調査において、提案製品である「プレキャスト雨水浸透側溝」及びプレキャスト雨水貯留施設の導入先を選定するにあたり、施工性や効果などから総合的に判断し、実証候補地として次の表 10 に記載されている◎の⑦を選定した。

表 10 実証候補地の施工性調査表

No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
分類	水路マスタープラン		マカッサル市公共事業者 (PU) の要求			マカッサル市長のレター	公共事業者道路総局 国道建設事務所 (BALAI BESAR JALAN NASIONAL) 公共事業者水資源総局 流域管理事務所 (BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI)
候補地 名前	JL SULAWESI (ジャラン スラウェシ)	JL LANDAK BARU (ジャラン ランダックバ ル)	JL RAPPOKALLING (ジャラン ラップカール ン)	JL SWADAYA (ジャラン スワダヤ)	PENGAYOMAN (ペガヨーマン)	JL SYEK YUSUF (ジャラン シェー ユス フ)	JL PERINTIS KEMERDEKAAN (ジャラン ペリントリス ケメルデカアン)
候補地 位置							
浸水地帯 面積	80ha	57ha	51ha	74ha	---	33ha	18ha
浸水地帯 平均深さ	調査結果なし	調査結果なし	調査結果なし	調査結果なし	調査結果なし	調査結果なし	調査結果なし
水路寸法 第2水路	1000 x 1000 1.2km x 2	1600 x 2100 1.43km x 2	1500 x 1040 1.04km	1000 x 1500 1.0km	800 x 800	800 x 800 住宅の間、下を網の目	1500 x 1000 1.00km x 2
水路寸法 第3水路	600 x 600 1.08km	---	---	500 x 500 0.30km	500 x 500	なし	なし
水路状況 ゴミ	多い	中～少	多い	多い	多い		
水路状況 堆積物	半分以上堆積 100% ワジョウ地区	半分以上堆積 100% ママジャン地区	半分以上堆積 100% ボントアラ地区	半分以上堆積 100% マンガラ地区	半分以上堆積 100% ハナクカン地区	半分以上堆積 80% タマラ子地区	半分以上堆積 100% ハナクカン地区
水路状況 清掃	重なり清掃困難	重なり清掃困難		重なり清掃可能	重なり清掃可能	重なり清掃可能	重なり清掃可能
水路状況 高位の影響		あり					
対策・計画状況 水門	計画あり	計画あり	あり	計画あり	なし	なし	計画あり
対策・計画状況 ポンプ	計画あり	計画あり	あり	計画あり	なし	なし	計画あり
対策・計画状況 貯留槽	12m x 2.5m x 3.5m 道路下	5m x 2.5m x 20m 道路下	不可能	提案可能	なし	なし	提案中 庁舎敷地内 or 歩道
対策・計画状況 ボックス	計画あり 道路中央	計画あり 道路中央	不可能	提案可能	なし	三面水路 or ボックス	なし
対策・計画状況 用地取得	容易 道路を利用	容易 道路を利用		困難 民間の土地を利用	容易 道路中央の オープン貯留槽	困難 民間の土地を利用	容易 公舎または道路を利用
排水場所 排水先	海	水路	なし	なし	水路	なし	水路 or 河川
排水場所 距離	0m	0m	50m	0m	0m	1km	0m or 300m
排水場所 障害物	無し	水路まで若干上り勾配	無し	無し	道路	道路、住宅	無し or 岩盤
地形 勾配	なし	あり 逆勾配	なし	あり 周辺地区が深い	なし	なし	なし
地形 土質種類	砂、粘土	砂、粘土	砂、粘土	砂、堆積層	砂、粘土	砂、粘土	砂、堆積層、一部岩
施工性 交通量	4486台/日	3451台/日	データなし	データなし	2000台/日	670台/日	5880台/日
施工性 作業エリア	道路	道路	道路、住宅	田んぼ、空き地	道路	住宅	州知事公舎
施工性 運搬	日中のトラック走行禁止 夜間のみ	日中のトラック走行禁止 夜間のみ	日中のトラック走行禁止 夜間のみ	日中のトラック走行禁止 夜間のみ	日中のトラック走行禁止 夜間のみ	日中のトラック走行禁止 夜間のみ	日中のトラック走行禁止 夜間のみ
総合評価	△	△	△	○	○	△	◎

総合評価判定：◎…優、○…良、△…可

(出典：マカッサル市排水マスタープランを基に JICA 調査団作成)

### 3-3. 対象国における製品・技術のニーズの確認

3-2.にて記述した現地適合性検証結果のとおり、マカッサル市 PU、マカッサル市長、マカッサル市区役所、国の公共事業省道路総局マカッサル事務所などから案件化調査対象地域としての調査依頼が来ており、浸水対策事業としてプレキャスト雨水浸透側溝及びプレキャスト雨水貯留施設の製品・技術のニーズがあることは確認できた。

ジャワ島において、プレキャストコンクリート製品を製造する代表的な大手メーカー（ローカルメーカー）は大都市ジャカルタを中心に 8 社ある。

#### (1) ジャカルタのメーカー

- ① PT. Duta Sarana Perkasa
- ② PT. Adhimix Precast Indonesia
- ③ PT. Dantosan Precon Perkasa
- ④ PT. Wijaya Karya Beton

#### (2) スラバヤ

- ① PT. LISA CONCRETE INDONESIA
- ② PT. Beton Prima Indonesia
- ③ PT. VARIA USAHA BETON

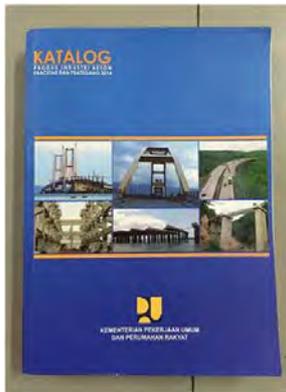
#### (3) バンドン

- ① PT. Beton Elemenindo Perkasa

また、スラバヤに限ってみると、プレキャストコンクリート製品を製造する中堅から大手ローカルメーカーが 9 社ある。

インドネシア国内のコンクリート製品組合が製作したコンクリート製品総合カタログがあった。このカタログの表紙にはインドネシア PU のロゴが印刷されている。インドネシア国中央 PU が認めたカタログであり、今後、PU がプレキャストコンクリート製品の設計計画を進めることが伺える。本カタログには、上記の大手メーカーが製造している建築用製品から土木用製品、大型製品から小型製品まで、各メーカーの製品が掲載され、スポンパイル、シートパイル、桁等の大型製品やボックスカルバート、水路、側溝の中型製品、更に小型製品も写真や図、寸法表が掲載されている。しかし、提案企業が提案するプレキャスト雨水貯留施設や浸透側溝のような製品はどのメーカーも製造しておらず掲載はない。

また、ジャカルタ、スラバヤと同じくジャワ島にある大都市バンドンにおいて、今年に何度か大浸水（10cm～100cm）が発生した。バンドン市政府は浸水対策の貯留施設を計画しているが、まだ実施されていない状況である。スラバヤにおいても同様に浸水問題があり貯留施設を検討している。



No	Uraian	Spesifikasi	Uraian	Spesifikasi	Uraian	Spesifikasi	Uraian	Spesifikasi
1	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...	...	...

**3.5.2. Saluran boks**

Saluran boks (box) adalah saluran yang berbentuk persegi panjang yang terbuat dari beton prapaku yang digunakan untuk mengalirkan air limbah. Saluran boks ini biasanya digunakan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah ke saluran pembuangan umum.

**Fungsi:** Mengalirkan air limbah dari rumah-rumah ke saluran pembuangan umum.

**Metode pemasangan:** Pemasangan saluran boks dilakukan dengan cara menggali lubang di lokasi yang akan dipasang saluran boks. Setelah itu, saluran boks dipasang dan dirakit dengan sambungan yang sesuai.

**Alat pemasangan:** Crane, Pompa air, Tangkai, Alat jacking, Dump truck.

**Cara pemakaian:** Pipa dimensi sesuai kebutuhan alirannya dan beban di atas saluran.

Gambar 77. Jenis dan spesifikasi saluran boks.

**3.5.3. Saluran U**

Saluran U (U) adalah saluran yang berbentuk huruf U yang terbuat dari beton prapaku yang digunakan untuk mengalirkan air limbah. Saluran U ini biasanya digunakan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah ke saluran pembuangan umum.

**Fungsi:** Mengalirkan air limbah dari rumah-rumah ke saluran pembuangan umum.

**Metode pemasangan:** Pemasangan saluran U dilakukan dengan cara menggali lubang di lokasi yang akan dipasang saluran U. Setelah itu, saluran U dipasang dan dirakit dengan sambungan yang sesuai.

**Alat pemasangan:** Crane, Pompa air, Tangkai, Alat jacking, Dump truck.

**Cara pemakaian:** Pipa dimensi sesuai kebutuhan alirannya dan beban di atas saluran.

Gambar 78. Jenis dan spesifikasi saluran U.

**Pipa beton bertulang**

Pipa beton bertulang adalah pipa yang terbuat dari beton bertulang yang digunakan untuk mengalirkan air limbah. Pipa beton bertulang ini biasanya digunakan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah ke saluran pembuangan umum.

**Fungsi:** Mengalirkan air limbah dari rumah-rumah ke saluran pembuangan umum.

**Metode pemasangan:** Pemasangan pipa beton bertulang dilakukan dengan cara menggali lubang di lokasi yang akan dipasang pipa beton bertulang. Setelah itu, pipa beton bertulang dipasang dan dirakit dengan sambungan yang sesuai.

**Alat pemasangan:** Crane, Pompa air, Tangkai, Alat jacking, Dump truck.

**Cara pemakaian:** Pipa dimensi sesuai kebutuhan alirannya dan beban di atas saluran.

Gambar 81. Jenis dan spesifikasi pipa beton bertulang.

【インドネシアのコンクリート製品総合カタログ（各メーカー掲載）】



【プレキャストコンクリート製品：スラバヤ】

ODA 案件化に際し、事業への実施及び協力が得られそうな地方政府を選定し、雨水の流出抑制の浸水被害が軽減可能となる「プレキャスト雨水浸透側溝」と、安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」の適合性調査、原地盤及び土質状況等の調査、提案製品の市場動向調査、製品の製造及び施工調査を通じて提案製品の適用可能性の確認を行い、提案製品の現地活用にかかる ODA 案件の具体的な提案及びビジネス展開にかかる検討を行った。

### ニパニパ貯水池

マカッサル市郊外においてニパニパ貯水池の工事が行われている。この貯水池の主な目的は大きく以下の 6 つである。

- ① マカッサル市の浸水について、1500ha の地域をこのニパニパ貯水池で対応する。
- ② ニパニパ貯水池はタロ川の洪水対策にとって重要な施設である。
- ③ マカッサル市の上水道（PDAM）の水資源の為に 200 リットル/秒の水を供給する。
- ④ ニパニパ周辺地域の環境保全のために機能する。
- ⑤ 公園としてレジャーに利用する。
- ⑥ グリーン空間を守るために作られた貯水池である。



図 17 マカッサル市及び郊外の洪水対策水管理  
 (出典 : Balai Sungai インベントリー情報より JICA 調査団作成)

Balai Sungai (Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang) : 河川局

PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) : 火力発電所

IPLT (Instalasi Pengelolaan Lumpur Tinja) : し尿処理施設

Danau Balangtonjong : バラントンジョン池

Sungai Tallo : タロ川

Waduk Tunggu Pampang : パンパン貯水池

Rencana Kolam Regulasi Nipa Nipa : 工事中のニパニパ貯水池

### 3-3-1. 南スラウェシ州知事公舎前の冠水対策総合会議

南スラウェシ州知事公舎前道路（前述の表 10 の⑦）における冠水対策として、提案企業の提案するプレキャスト雨水貯留施設を設置するにあたり、州知事公舎の敷地内に施工する提案について、政府当局関係者にプレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）のプレゼンテーションを実施し、冠水対策の F/S 会議（5 者会議）を開催した。

会議名称

Rapat Koordinasi Penanggulangan Banjir di Jalan Urip Sumorhardjo  
(Depan Kantor Gubernur) Kota Makassar

日 時

2017 年 2 月 14 日

場 所

南スラウェシ州知事公舎事務局会議室

議 長

Ir. H. Abdul Latif, M.Si., M.M, (南スラウェシ州官房長)

参加者

- ① 道路局 (Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XIII Makassar)
- ② 河川局 (Balai Besar Wilayah Pompengan-Jeneberang)
- ③ 州政府 (Dinas PU Provinsi Sulsel, Bina Marga, Tata Ruang, PSDA)
- ④ 市 PU (Dinas PU Kota Makassar)
- ⑤ JICA
- ⑥ 調査団

合計 29 名

本会議において、提案するプレキャスト雨水貯留施設の説明を行い、南スラウェシ州知事公舎敷地内に施工するプレキャスト雨水貯留施設の F/S として次のことを確認し、合意を得た。

- ① 州知事公舎敷地内への立ち入り許可
- ② プレキャスト雨水貯留施設設置予定場所の地盤調査（ボーリング等）の許可
- ③ プレキャスト雨水貯留施設設置工事の許可（実証化が採択された場合）
- ④ 雨水貯留施設成果物の譲渡、維持管理の引受（実証化が採択された場合）

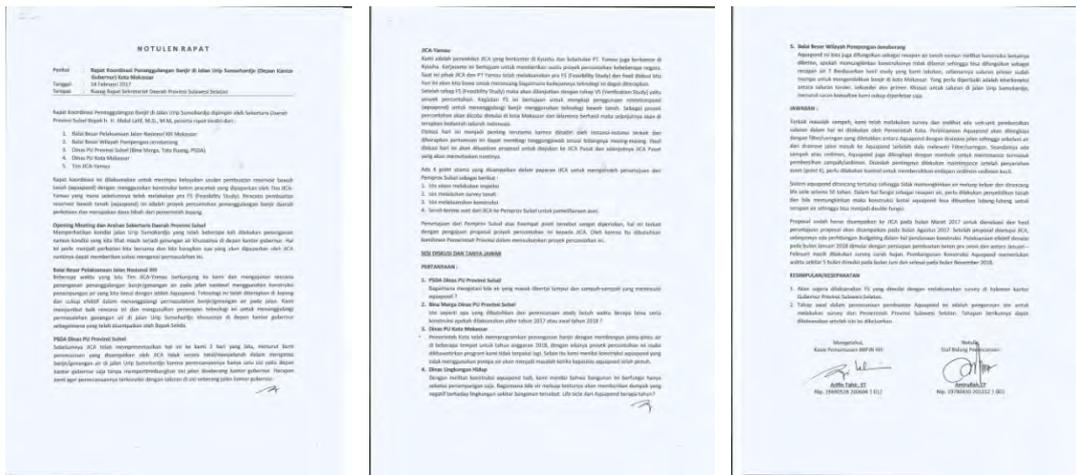
#### 本会議における質疑応答内容

会議出席者からプレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）の設置について幾つかの質疑応答があった。プレキャスト雨水貯留施設設置工事に関する事、設置後の周辺環境への影響、ライフサイクル、泥やゴミを伴った汚水流入の対処方法、マカッサル市PUが計画している水門とポンプとの関係及びプレキャスト雨水貯留施設の浸透システム等の主に5つであった。

調査団は水路のゴミについて日本での調査を行ったところ、日本においては、水路にゴミは滅多に無い。雨水と一緒にプレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）に流入するのは土砂であるため、プレキャスト雨水貯留施設に砂溜め枘及びメンテナンス用のマンホールを設けている。他方、現地においては砂溜め枘とマンホールに加えて、プレキャスト雨水貯留施設にゴミの流入を防ぐフィルター又はストレーナーを水路からの取水部に配置する必要がある。このプレキャスト雨水貯留施設を現地に譲渡後、プレキャスト雨水貯留施設内に溜まった堆積物を除去し、維持管理することが重要である。プレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）は50年のライフサイクルで設計されている。

また、プレキャスト雨水貯留施設の床版に穴を設けることが可能である場合には、この穴から地中へ貯留水を浸透させることも可能である。雨水を地中に浸透させることで、都市の保水機能の回復や温暖化防止の効果が期待できる機能を併せ持つことが可能である。そのため、基礎地盤の水の浸透調査が必要となる。

交通量の多い州知事庁舎前道路の降雨時の冠水はマカッサル市民も生活上の問題として認識しており、同問題が改善できると冠水対策としての効果は大きい。道路局をはじめマカッサル市PU、南スラウェシ州政府、河川局の各機関から同事業の実施の要望があり、冠水・浸水対策としてプレキャスト雨水貯留施設のニーズがあることが確認された。



【合意書】

NO.	NAMA	INSTANSI/JABATAN	TANDA TANGAN
1	ARDI SAPARDAH	DPL/ST/ST/ST (KORPORASI)	[Signature]
2	IRWANAH ISMUALLODIH	JICA - YAMAU	[Signature]
3	NARA NIKOTI	YAMAU	[Signature]
4	BENI NAKSAMA	ORIS/ST/ST/ST	[Signature]
5	Andi Setiawan Wijaya	JICA - EMPAN	[Signature]
6	Olivia Sina	JICA - EMPAN	[Signature]
7	Hidetsu Yamachita	JICA	[Signature]
8	Asischi Kuroki	YAMAU	[Signature]
9	Eiji Nagatama	-	[Signature]
10	Yoshi Tanaka	-	[Signature]
11	Indira Andika	-	[Signature]
12	Rafaelus M.	Dinas MAM-TR-GR	[Signature]
13	N. Kigawa	DIN KIGAWA	[Signature]
14	SUDARNO	DIN KIGAWA	[Signature]
15	KHARIS	-	[Signature]

【5者会議出席者】



【5者会議写真】

本会議終了後、プレキャスト雨水貯留施設の設置予定場所の観察を行い、プレキャスト

雨水貯留施設としてアクアポンドSを据え付けるのに必要なスペースが確保できることが確認された。また、据え付け場所の地盤調査を行うポイント設定のための測量と課題の確認を行った。



【州知事公舎敷地内のプレキャスト雨水貯留施設設置予定場所の観測】

### 3-3-2. 浸水対策及び提案企業プレキャスト製品・技術にかかる現地セミナー

世界でも有数な洪水リスクにさらされているインドネシアにおいて、調査団は雨水の流出抑制の浸水被害が軽減可能となる「プレキャスト雨水浸透側溝」と、安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」を導入することで、南スラウェシ州マカッサル市地域におけるインフラ整備の促進、災害・水害対策、地域住民の衛生問題、生活環境の改善への貢献を目指すことを目的として案件化調査を行った。その経過報告と提案企業の製品及び技術を説明するためにマカッサル市にてセミナーを開催した。

セミナー主催者はマカッサル市政府、JICA（インドネシア事務所）、ヤマウ、ハサヌデイン大学、マカッサルPUである。

#### 【セミナー名称】

Flood countermeasures in Makassar :

Promotion of Infrastructure Development by Precast Concrete Products

#### 【日 時】

2017年5月24日、午前8時～午後2時

#### 【場 所】

Baruga Angin Mammiri, Rumah Jabatan Walikota Makassar

#### 【講演者】

- ① Mr. Jun Hayakawa(Comprehensive Flood Management) ,JICA
- ② Hasrawati Binti Rahim, ST., Sp1 (River Basin management in South Sulawesi) , Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan-Jeneberang
- ③ Ir. Muhammad Ansar, M.Si (Flood countermeasure study and drainage infrastructure management of Makassar) , Dinas PU Kota Makassar

④ Dr. ENG. Hendra Pachri, ST., M.Eng (Field investigation and Simulation for flood analysis) , Jurusan Geologi Universitas Hasanuddin

⑤ Mr. Keiji Tanaka (Prospects of the use of precast concrete to support the infrastructure development) , Yamau Co.,Ltd, Japan

【参加者】

講演者 : 5名  
国政府関係者 : 4名  
州政府関係者 : 4名  
市政府関係者 : 17名  
大学関係者 : 24名  
民間機関・企業 : 3名  
JICA : 2名  
調査団 : 6名  
合計 : 65名 (現地運営スタッフ除く)



【セミナー招待状】

【セミナー内容】

① 洪水対策&マネジメントの重要性について

JICA

Disaster Risk Reduction (DRR) の重要性及び DRR へ投資と GDP 成長の関係性に関して発表がなされた。日本の場合、洪水対策へ継続的に投資することによって、洪水による死亡率が激減したという事例を用いて発表がなされた。

② マカッサル市の河川流域と側溝マネジメントについて

河川局

河川システムを発展させる必要がある。土地を浄化しなければならず、ゴミを捨てることや不法投棄によって河川システムがきちんと機能していないことが未だ問題である。側溝の管理に関して、河川局から中央政府へゴミ問題に係る費用見積もり及び要請は提出済みである。河川局はマカッサル市と協業していくことが望ましい。

③ マカッサル市の洪水対策調査及び排水インフラシステムについて

マカッサル市 PU

マカッサル市の排水システムにおける地表面高さが問題である。日本では排水処理はしっかりなされている。近年、マカッサル市は排水プロジェクトを計画しており、同プロジェクトによってシステムとして全てのパーツを統合する予定である。側溝の質は未だ悪く、向上させる必要がある。また、マカッサル市の現状について情報共有することが重要であり、大学等にてセミナーを開催することが重要であると考えられる。マスタープランを全体的に見直すことは必要である。水の流れを調整し、洪水問題を削減するための一案として水路にゲートがある。水路にゴミ堆積の緩和策としてアクアポンドSを導入することが望ましい。

④ フィールド調査及び洪水分析の模擬実験について

ハサヌディン大学

洪水ハザード及びリスク分析に関するプレゼンが行われた。実際にドローンを使用して川岸、河川の深さ、河川水の流速、河川の水面からの標高等についての調査内容によるものであった。

⑤ マカッサル市におけるプレキャストコンクリート製品導入の見通しについて

ヤマウ

プレキャストコンクリート製品は管理された工場にて製造されており、高品質、長寿命、高耐久性がある。プレキャストコンクリート製品は狭小な場所でも導入が可能である上、施工期間が短く経済性に優れている。よって、マカッサル市にプレキャストコンクリート製品を導入することは、同地のインフラ整備を支えるのに寄与することが出来る。提案製品には、ボックスカルバート、U字側溝、擁壁、貯水施設等がある。「かごます」は環境に優しい製品であり、「アクアポンドS」は建設現場の合理化と施工期間の短縮が可能であり、施工による同地域への影響を減少させることが可能である。

### 【本セミナーにおける質疑応答内容】

本セミナーにおいて、セミナー出席者からプレゼンターへ幾つかの質疑があった。主な内容は以下の通りである。

浸水は地形の解析や浸水対策監理システムを利用することによって対処することが可能であり、排水がきちんと監理されていれば、アクアポンドSは効果を発揮する。マスタープランは浸水対策を実施するにあたり重要で、全ての作業はマスタープランに従って行われるべきである。

アクアポンドS設置のために考慮すべき点は、土砂とゴミが混合した排水にある多くの堆積物に関してである。マカッサル市は水路計画を立てる前に廃棄物を除去する技術を探しており、廃棄物を除去後の排水については河川局の助けを待っているとのことである。

日本の排水はマカッサル市と比較すれば綺麗である。アクアポンドSを設置する際には、ゴミ除去用のフィルターと堆積物のためのスペースを設けて簡単に維持管理できるようにすることが可能である。

浸水問題は全体的なアプローチが必要であるため、大学の貢献や多くの組織が関与することによる浸水監理や本セミナーからのフォローアップが期待される。

河川局の担当者によると、マカッサル市の Balai と PU の調整は良いとのことである。しかし、独自の資金配分はまだ小さいが、浸水対策プロジェクトは対照的にコストがかかるようである。



【JICA のプレゼン】



【提案企業のプレゼン】



【会場の様子】



【配布物】

マカッサル市では雨期に道路冠水や住宅浸水などが頻繁に発生し社会問題になっており、これらの水害対策を講じることが急務である。同市としても「浸水対策計画」を策定しインフラ整備に取り組んでいる。道路局、河川局、マカッサル市 PU 等へヒアリングを実施した結果、水路などの改修にプレキャストコンクリート製品を使用することのメリット（高品質、高耐久性、施工性、工期短縮など）及び提案企業の技術に対し、興味関心が示された。

本セミナー内において、セミナー参加者を対象にアンケート調査を実施した。本アンケート結果を見ても、プレキャスト雨水貯留施設を含めたプレキャストコンクリート製品の有効性を大いに理解していることが伺える。今後、同市にプレキャストコンクリート製品を導入することで、同市の浸水対策に寄与できるものとする。

アンケート調査概要を次項に示す。なお、詳細な結果は別添とする。

表 11 セミナーアンケート調査概要

セミナーアンケート調査概要

調査内容	現地、マカッサル市にて開催された洪水対策に関するセミナーに関し、参加者の感想・意見を把握することを目的として実施。		
調査方法	洪水対策セミナー開催当日にアンケート用紙を配布し、同セミナー終了時に受付にて回収した。		
調査日	2017年5月24日		
回答者	マカッサル市 マカッサル市PU 地方開発企画庁 マカッサル市各区 市建設サービス協会	南スラウェシ州水資源管理 河川局 道路局 南スラウェシ州水教育協会 南スラウェシ州地区商工会	ハサヌディン大学 マカッサル国家大学 ファジャール大学 ウニスム大学

質問10: セミナーへのコメント等をご記入ください。

コメント
ヤマウ製品のパイロット調査(施工事例)が必要である。
現地企業への技術移転が必要である。
JICと現地政府の協力が必要である。
ゴミ問題の改善が優先との意見も出たが、市の施策としてゴミ問題もアクアポンドの工事も同時に進めるのがベストであると感じた。
持続性が必要である
全体的に良いセミナーであった。
マカッサルにはプレキャストはある。しかし、重要なのはそれを使いこなせる技術力(施工)であるとする。
環境に優しい。



表 12 マカッサル市内の道路の車両交通量

No	Road Name	Traffic Volume (Vehicle/ hour)	Capacity (Vehicle/hour)	Volume/Capacity (V/C)
1	Jl. Jend Sudirman	3,548	4,708	0.87
2	Jl. Urip Sumoharjo	4,369	6,729	0.65
3	Jl. AP Pettarani	6,657	8,040	0.83
4	Jl. Dr. Ratulangi	2,676	4,486	0.6
5	Jl. Jend. Ahmad Yani	2,864	3,689	0.78
6	Jl. G. Bawakaraeng	4,606	4,918	0.82
7	Jl. Sultan Alauddin	4,708	4,767	0.98
8	Jl. Nusantara	2,202	4,486	0.49
9	Jl. Pasar ikan	1,441	2,456	0.56
10	Jl. H. Bau	907	3,689	0.25
11	Jl. Penghibur	2,878	3,689	0.78
12	Jl. Ujung Pandang	1,978	4,886	0.44
13	Jl. Riburane	3,542	4,486	0.79

【州知事公舎前の道路交通量(No.2) : V/C が 0.5 より大きい場合に交通量が多い】

(出典 : PU Kota Makassar 調査資料より JICA 調査団作成)

### 3-4-2. マカッサル市及び南スラウェシ州知事公舎周辺の降雨状況

表 13 マカッサル市及び周辺の 5 か所の降雨観測所

No.	Station	LS	BT	Record type	Serial Data
1	Hasanuddin	5° 04' 15.6"	119° 33' 07.7"	Manual	2003 – 2012
2	Maritim Paotere	5° 06' 49.5"	119° 25' 11.4"	Manual	2003 – 2012
3	Panaikang	5° 08' 56.0"	119° 27' 08.0"	Manual	2003 – 2012
4	Ujung Pandang	5° 08' 59.4"	119° 26' 13.9"	Manual	2003 – 2012
5	Tamangapa Kassi	5° 11' 05.0"	119° 29' 24.0"	Manual	2003 – 2012

(出典 : PU Kota Makassar 調査資料より JICA 調査団作成)

流出計算では、対象とする流域全体の降雨量（面積雨量）から所用地点の流量を推定する。対象とする流域に降る実際の雨は場所によって降り方や量が異なる。流出計算では対

象とする流域を代表する平均的な雨量（流域平均雨量）を扱い、ある地点で観測された雨量（地点雨量）から流域平均雨量を推算する必要がある。流域平均雨量を求めるには、算術平均法、等雨量線法、ティーセン法などの様々な方法が考案されており、それぞれ目的に応じて使い分けられている。同市では、流域平均雨量推定法が主流であり、地点雨量の面積的影響が客観的に考慮できるティーセン法を採用している。上の図は、5箇所の降雨観測所の位置（Hasanuddin、Maritim Paotere、Panaikang、Panakkukang、Tamangapa Kassi）と、その観測流域を示している。州知事公舎の位置は、Panaikang の雨量地域に入っているため、その Panaikang からの降雨量データを利用することが良いと考えられる。

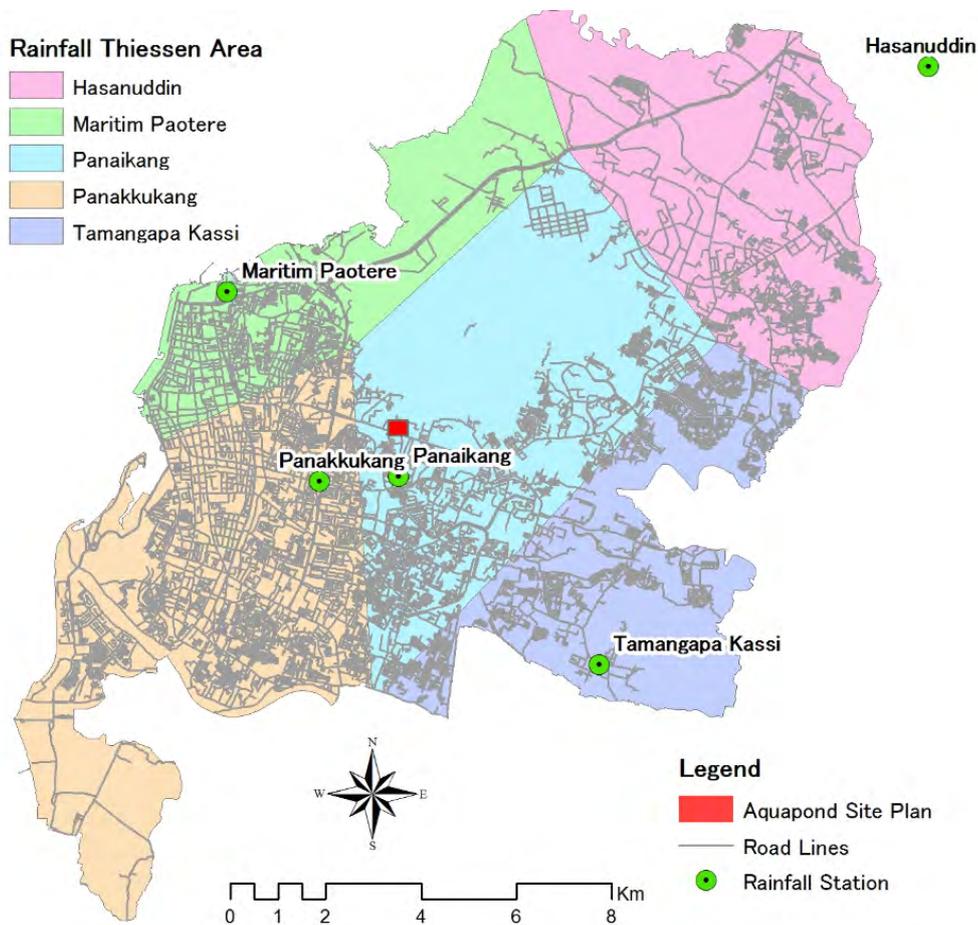


図 19 マカッサル市 5 箇所の降雨観測所及び観測エリア  
 (出典：PU Kota Makassar 調査資料を基に JICA 調査団作成)

今回、Balai Sungai から Panaikang に近い Panakkukang のデータを入手したので、このデータを基に確率雨量の計算を行う。

表 14 降雨量観測データ

**DATA CURAH HUJAN**

No. Stasiun :  
 Stasiun : **PANAKKUKANG**  
 Kelurahan : Masale  
 Kecamatan : Panakkukang  
 Kota : Makassar

Koordinat : 05°08' 119°26'13,9" BT  
 Elevasi : + 17 m dpal  
 DAS : Tallo  
 Wilayah Sungai : Jeneberang  
 Mulai berfungsi : 23 Januari 1979

Tahun	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm)												Jumlah	Curah Hujan Harian (mm)	
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des		Max	Tanggal
1979	111	573	303	109	107	106	1	-	-	9	176	574	2069	109	29-Nov-79
1980	688	491	471	107	26	16	-	4	-	1	97	706	2607	139	19-Jan-80
1981	639	363	282	139	64	45	85	0	4	10	495	692	2818	121	7-Jan-81
1982	724	458	466	64	24	-	-	-	-	-	-	234	1970	120	9-Mar-82
1983	287	140	28	168	104	3	2	-	-	56	506	354	1648	120	13-Apr-83
1984	866	930	424	149	222	50	50	28	160	39	82	647	3647	282	9-Feb-84
1985	728	314	459	161	12	25	26	0	24	3	181	128	2061	120	5-Jan-85
1986	723	324	331	118	9	16	41	3	35	43	151	206	2000	155	27-Jan-86
1987	782	213	15	16	66	-	-	-	-	-	62	1241	2395	281	16-Dec-87
1988	478	905	411	76	130	28	20	81	71	60	479	877	3616	152	1-Feb-88
1989	763	667	317	358	48	91	38	20	-	32	284	288	2906	119	25-Jan-89
1990	666	192	212	38	131	37	11	2	-	49	83	733	2154	195	24-Dec-90
1991	706	384	100	230	55	-	11	-	-	-	40	426	1952	104	25-Apr-91
1992	425	279	400	144	14	73	-	15	41	30	139	496	2056	141	11-Jan-92
1993	571	429	283	233	32	26	13	-	-	48	198	744	2577	157	3-Mar-93
1994	588	346	545	43	51	-	-	-	-	-	33	299	1905	130	24-Mar-94
1995	938	511	459	374	267	136	20	-	13	-	440	564	3722	176	28-Feb-95
1996	728	925	236	179	21	25	33	19	-	73	109	1169	3517	144	12-Feb-96
1997	463	850	126	240	8	-	13	-	-	-	29	231	1960	91	13-Feb-97
1998	130	108	222	194	108	94	180	54	44	257	545	748	2684	103	14-Nov-98
1999	1469	921	373	439	111	40	30	3	33	133	254	769	4575	235	3-Jan-99
2000	778	906	336	315	49	207	66	-	10	89	353	475	3584	376	3-Feb-00
2001	881	750	747	145	21	184	-	-	16	57	431	1079	4311	200	2-Feb-01
2002	726	501	593	82	64	84	7	-	-	-	52	511	2620	161	6-Mar-02
2003	841	565	75	134	229	16	19	-	15	34	157	942	3027	210	10-Jan-03
2004	516	718	-	43	107	-	-	-	1	12	159	451	2007	128	20-Jan-04
2005	607	186	207	158	16	9	43	-	-	161	194	466	2047	141	5-Jan-05
2006	589	647	293	240	71	89	-	-	-	-	-	585	2514	110	29-Dec-06
2007	626	379	227	122	36	198	5	3	-	71	217	629	2513	97	2-Jan-07
2008	561	927	334	155	8	49	62	4	1	102	229	769	3201	181	2-Feb-08
2009	1030	536	104	86	34	34	45	-	-	111	17	523	2520	113	29-Jan-09
2010	947	296	342	207	242	102	92	67	290	280	183	668	3716	91	19-Jan-10
2011	624	570	612	357	104	6	-	2	1	59	145	987	3467	217	4-Feb-11
2012	568	421	493	223	219	61	58	-	-	28	103	417	2591	115	14-Mar-12
2013	1168	480	371	281	143	192	112	1	1	61	195	764	3769	193	1-Jan-13
2014	888	301	304	223	173	122	39	6	-	-	111	577	2744	135	7-Apr-14
2015	1049	336	384	276	64	93	-	-	-	-	94	544	2840	139	17-Dec-15
2016	308	640	368	121	43	79	23	-	146	426	183	546	2883	142	24-Oct-16
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	

Keterangan :  
 - Hujan dicatat dalam (mm)  
 - Tidak ada hujan diberi tar (-)

- Ada hujan < 0.5 mm diberi (0)  
 - Tidak ada data diberi tar (-)

(出典 : Balai Sungai 調査資料より JICA 調査団作成)

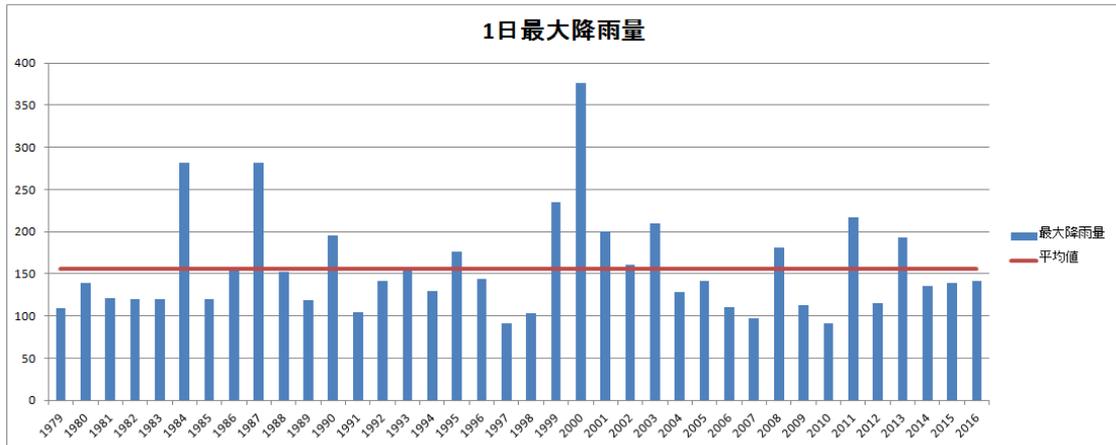


図 20 1日最大降雨量グラフ

前項の図は州知事公舎に近い降雨量観測所の 1979 年から 2016 年まで 38 年間のデータとそれをグラフ化したものである。

### 3-4-3. 確率年と確率日雨量

確率統計水文学ではしばしば確率年ないし確率水文量という概念が用いられる。今、年最大水文量  $X$  が独立に生起し、ある特定の確率度関数  $f(x)$  に従うと仮定すれば、次の式が成立する。

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx \quad \dots\dots \text{【式 1】}$$

ここに、 $F(x)$  は確率変数  $X$  の分布関数である。

【式 1】が水文統計解析における基本モデルである。 $X$  がある特定値  $x_r$  以下となる確率が  $F(x_r)$  であり、この  $F(x_r)$  を非超過確率という。また、

$$W(x_r) = 1 - F(x_r) \quad \dots\dots \text{【式 2】}$$

を超過確率という。非超過確率  $F(x_r)$  に対応する特定値  $x_r$  の値は分布のクオンタイルとも呼ばれる。治水計画においては変数の大きいところが問題となるので、 $W(x_r)$  が治水計画の指標とされる。

年間最大日雨量のような水文量を用いて確率密度（頻度）曲線を描くと、正規分布とはならず、下の図 21 のように左に偏った非対象分布となる。

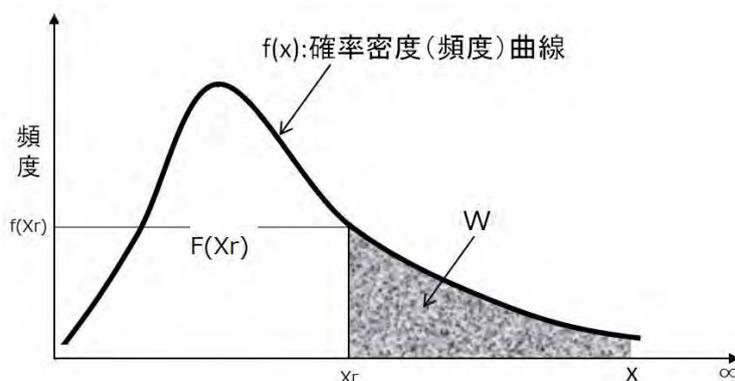


図 21 確率密度（頻度）曲線

$X$  が  $x_r$  以上となる確率、すなわち、水文量の生起する時間間隔の平均値が  $1/T$  であるとき。この  $T$  をリターンピリオド（再現期間）と呼んでいる。リターンピリオド  $T$  と非超過確率  $F(x_r)$ 、超過確率  $W(x_r)$  との間には次の関係式がある。

$$T = \frac{1}{1 - F(x_r)} = \frac{1}{W(x_r)} \quad \dots\dots \text{【式 3】}$$

リターンピリオドは超過確率の逆数でもあるので、 $T$  を確立年ともいい、 $x_r$  を  $T$  年確率水文量と呼ぶ。すなわち、 $T$  年確率水文量は非超過確率  $F(x_r) = 1 - 1/T$  に対応するクオン

タイル  $w_r$  と同等である。

$F(x)$  を年最大値の確率密度関数とするとき、 $N$  年間の最大値が  $x$  を超えない確率は  $[F(x)]^N$  群である。【式 3】より  $F=1-1/T$  の関係式を用いると、 $T$  年確率事象が特定の期間  $N$  年間に一度も起こらない確率  $P(X \leq x_r)_N$  と、少なくとも 1 回以上起こる確率  $P(X \geq x_r)_N$  は、それぞれ、次の式で与えられる。

$$P(X \leq x_r)_N = F_N(T) = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N \quad \dots\dots \text{【式 4】}$$

$$P(X \geq x_r)_N = W_N(T) = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N \quad \dots\dots \text{【式 5】}$$

【式 4】と【式 5】は、異常水文現象の生起頻度を評価するための重要な指標でもある。水文量  $x_r$  が年間最大日雨量の場合は  $N=1$  となり、 $T$  は  $T$  年に 1 回ということになる。

年確率日雨量は、過去の観測資料から期間内の年間最大日雨量の確率計算を行い、当該観測所でのリターンピリオド（再現期間）に対する雨量を求めることが可能である。

$T$  年確率雨量よりも多い雨の降る確率を「 $T$  年確率雨量の超過確率」という。

例えば、

50 年確率雨量以上の雨が 1 年間に少なくとも 1 回起こる確率は、 $1/50$ （2%）となる。

25 年確率雨量以上の雨が 1 年間に少なくとも 1 回起こる確率は、 $1/25$ （4%）となる。

10 年確率雨量以上の雨が 1 年間に少なくとも 1 回起こる確率は、 $1/10$ （10%）となる。

水分資料（データ）から非超過確率を求めるプロテイング・ポジション公式

$$F[x(i)] = (i - \alpha) / (N + 1 - 2\alpha) \quad \dots\dots \text{【式 6】}$$

ここに、

$N$  : 標本数

$i$  : 標本値を大きさの順にならべたときの小さい方からの順位

$x(i)$  :  $i$  番目の順位標本値

$F[x(i)]$  :  $x(i)$  のプロテイング・ポジション

$\alpha$  :  $0 \sim 1$  の定数

で、 $\alpha$  により公式は次のように分類される。

- ① Weibull（ワイブル）公式 ;  $\alpha=0$
- ② Hazen（ハーゼン）公式 ;  $\alpha=1/2$
- ③ Gringorten（グリーンゴートン）公式 ;  $\alpha=0.44$
- ④ Blom（ブロム）公式 ;  $\alpha=3/8$
- ⑤ Cunnane（カナン）公式 ;  $\alpha=2/5$

確率紙を利用したリターンピリオドあるいは確率水文量の推定法において、原水文資料にいくらの確率を与えるかが問題となる。すなわち、経験的分布関数としてのプロットイング・ポジション公式の選択いかんによっては、その推定値が大きく異なってくる。Cunnane はこれまでに数多く提案されているプロットイング・ポジション公式の見直しを行い、【式 6】で統一的に表現した。

上記の各公式の特性は、以下のように要約される。

- ①は順位標本値の超過確率を与え、 $F(x)$ が一様分布の場合に対応する。正のひずみ係数を持つ分布形の分布上端（超過確率が小さい）での推定値の偏倚が大きいため、使用にあたっては注意を要する。
- ②は分布形を特定できず、理論的根拠がしばしば議論されるが、通常考えているよりも適合度は悪くない。
- ③はグンベル分布および指数分布に対し適合度がよい。
- ④は正規分布に対して近似度が高い。
- ⑤はすべての確率分布形に適用可能な折衷案として提案されたものである。

(本章 3-4-3 の冒頭から上記まで)

(出典：水文統計解析，開発土木研究所月報No.540 1998年5月を基にJICA調査団が作成)

以上のことを考慮して、ここでは⑤の Cunnane (カナン) 公式を用いて、Balai Sungai より入手した降雨量データから非超過確率降雨量を求める。

年最大降雨量データ (データ個数  $N$ ) を小さい方から順に並べる。

$i$  番目のデータ  $x_i$  の非超過確率  $F(x_i)$  を以下の式で求める。

$$F(x_i) = (i - \alpha) / (N + 1 - 2\alpha)$$

ここで、 $\alpha = 2/5$

上記式を用いて、前記の表 14 の 38 年間の降雨データから非超過確率 (%) を求め、更にエクセルにてグラフを作成し線形近似式を得るために、エクセルの NORMSINV 関数を用いて標準正規分布の累積分布関数の逆関数の値を求める。それが次項の表 15 である。



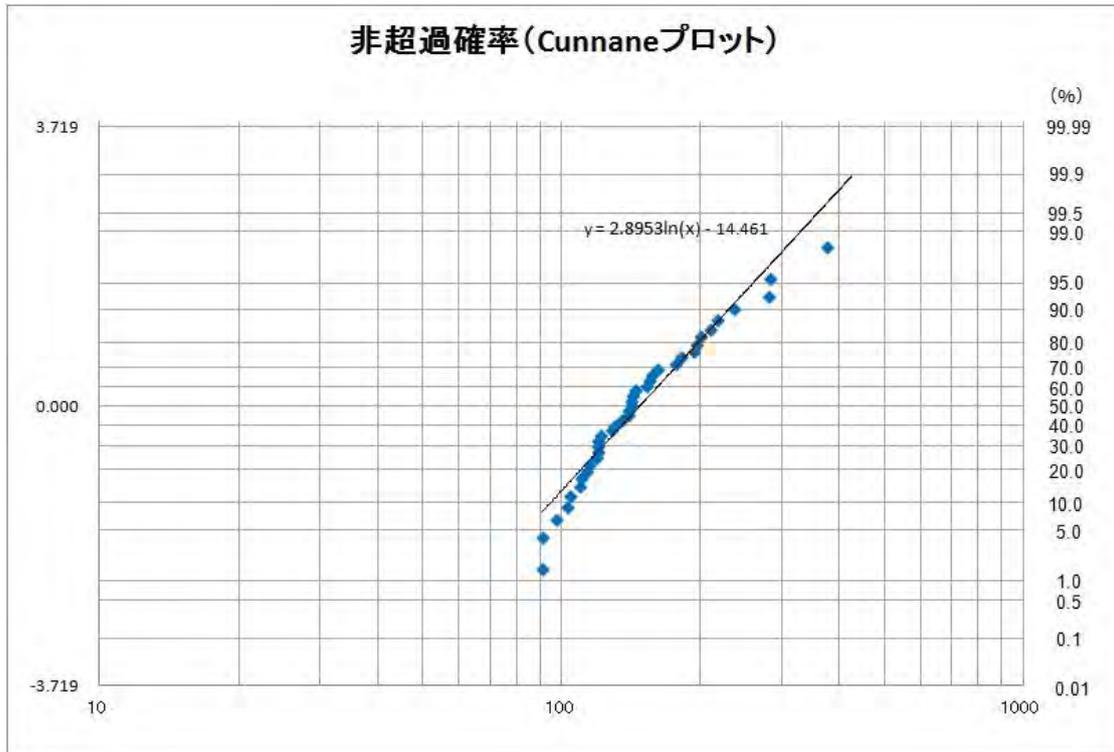


図 22 降雨量非超過確率グラフ

この散布グラフの線形近似式  $Y(x)$  は

$$Y(x) = 2.8953 \times \log(x) - 14.461 \quad \text{であるから}$$

$$x = e^{\frac{Y(x)+14.461}{2.8953}} \quad \text{となる。}$$

また、エクセル関数により、 $Y(x) = \text{NORMSIN}(F(x))$  であるから、

$$10 \text{ 年非超過確率 (90\% : } 1 - 1/10) : Y(x) = \text{NORMSINV}(0.90)$$

$$25 \text{ 年非超過確率 (96\% : } 1 - 1/25) : Y(x) = \text{NORMSINV}(0.96)$$

$$50 \text{ 年非超過確率 (98\% : } 1 - 1/50) : Y(x) = \text{NORMSINV}(0.98)$$

として各年の非超過確率雨量  $x$  を求める。

計算の結果は下記のとおりとなる。

$$10 \text{ 年確率雨量} = 229.8 \text{ mm}$$

$$25 \text{ 年確率雨量} = 270.2 \text{ mm}$$

$$50 \text{ 年確率雨量} = 300.1 \text{ mm}$$

上記の確率雨量からプレキャスト雨水貯留施設の容量を次項 3-4-4 で決定する。

### 3-4-4. 南スラウェシ州知事公舎周辺の浸水状況

プレキャスト雨水貯留施設の設置予定場所である南スラウェシ州知事公舎敷地の地盤や周辺の地形調査及び降雨時のデータ測定を現地の地盤コンサルにて実施した。

現地地盤コンサル CV. Armedia Konsultan 社は、現地のハサヌディン大学工学部の協力を得て、雨季における雨量観測、ドローンによる州知事公舎周辺の詳細地形測量、州知事公舎敷地及び州知事庁舎前道路歩道の地盤調査を行った。

下図は当初の地盤調査の計画書であるが、州知事公舎敷地内への入場許可取得に時間を要し、No.2 の現場調査が約 1 ヶ月の遅延となり、No.3,4 の研究室試験・レポート作成も遅延した。

#### 4. Work Plan

The following are work plan of the ground investigation for site selection of underground water storage facility project :

No	Work Plan	Schedule(2017)															
		February				March				April				May			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Land measurement by UAV Aerial Mapping Services			—	—												
2	Field Investigation					—	—	—	—								
3	Laboratory Testing									—	—	—	—				
4	Report Work													—	—	—	—
5	Seminar																—

図 23 現地地盤コンサル作業計画

2017年3月7日と3月20日に州知事公舎周辺で降雨があり、道路の冠水状況等を観測した。2017年3月のBMKG Maritim Paotereの日降雨量観測データを下記に示す。このデータは、降雨量(mm)、湿度(%)、日照時間(hour)を表している。3月7日冠水測量当日は、日降雨量が27.4mmである。また、3月20日冠水測量当日は、日降雨量が15.5mmである。この降雨量(mm)が冠水解析のパラメータである。

Data Iklim Harian 01 March 2017 s/d 31 March 2017  
 Propinsi : Sulawesi Selatan  
 Kabupaten : Kota Makassar

Nama Stasiun	WMO ID	Tanggal	Kelembaban Rata-rata (%)	Curah Hujan (mm)	Lama Penyinaran (jam)
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	1	81	0	10.4
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	2	91	19.6	8.9
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	3	96	40.4	1.4
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	4	93	27.5	2.6
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	5	94	15.1	5.7
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	6	94	24.2	3
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	7	97	27.4	0
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	8	93	42.2	0
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	9	93	22.9	0.1
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	13	89	12.1	3.2
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	20	90	15.5	2.5
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	24	90	13.1	1.8
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	27	89	18.5	0
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	29	86	3.9	7.3
Stasiun Meteorologi Maritim Paotere	97182	31	90	39.1	5.4

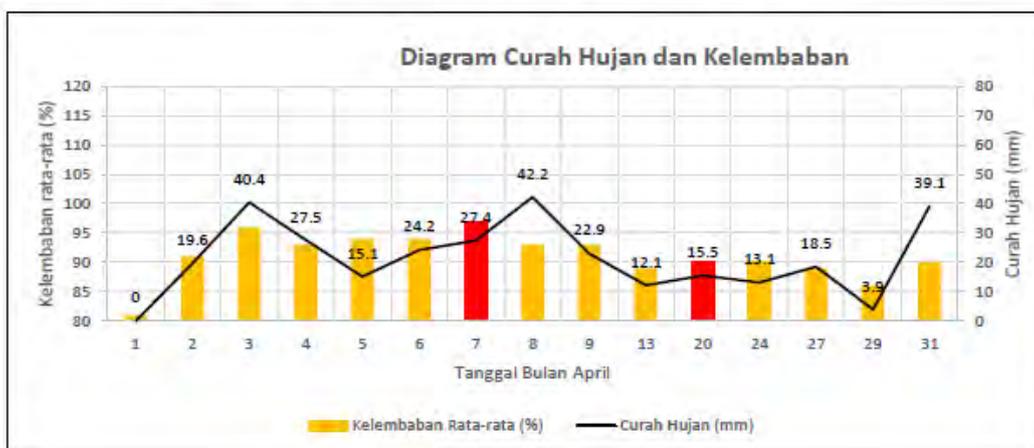


図 24 2017年3月の日降雨量観測データ

(出典：BMKG Maritim Paotere からの資料より JICA 調査団作成)

下記は2017年3月7日冠水測量当日の州知事公舎前の道路冠水状況写真であるが、冠水の少ない道路右車線(中央寄り)を車両は走行している。歩道や水路には雨水排水が満杯となっている状況である。このような状況下では、道路の渋滞や道路にゴミが堆積する等の問題が発生する。



【2017年3月7日の州知事公舎前の道路冠水状況】

下図は2017年3月7日降雨時に州知事公舎前道路冠水時（降雨量：27.4mm）の冠水面積とポイント深さの測量を行い、その測量結果を平面マップ上に航空写真と冠水面積を表示したものである。測量値をもとに計算を行なった解析によると、州知事公舎前道路【a側】では、冠水量が108.85 m<sup>3</sup>であった。また、州知事公舎前道路中央線の反対側【b側】では、冠水量が971.84 m<sup>3</sup>であった。明らかに、州知事公舎前側より中央線反対側の方が標高が低く、冠水が大きい。



図 25 2017年3月7日、州知事公舎前道路の冠水面積・ポイント深さの測量  
降雨量：27.4mm、庁舎側冠水面積：535.02 m<sup>2</sup>、冠水量：108.85 m<sup>3</sup>

2017年3月20日の降雨時も州知事公舎前道路の冠水時（降雨量：15.5mm）に冠水面積とポイント深さの測量を行ったが、州知事公舎前道路【a側】では、冠水箇所はほとんどなかった。また、州知事公舎前道路中央線の反対側【b側】では、数値計算から冠水量は611.78 m<sup>3</sup>であった。



図 26 2017年3月20日、州知事公舎前道路の冠水面積・ポイント深さの測量  
降雨量：15.5mm、冠水ほとんどなし



【2017年3月20日、州知事公舎の反対道路の冠水状況】

マカッサル市の災害被害に関する資料は少ない。2012 年の災害件数をまとめた記録が表 16 であり、赤枠で囲った箇所が州知事公舎に近い PANAKKUKANG 地域で、20 件の浸水被害が発生している。

表 16 マカッサル市の災害件数

TABEL/Table : 4.11.2  
JUMLAH KERUGIAN AKIBAT BENCANA ALAM/ KEBANJIRAN,KEBAKARAN YANG TERJADI  
DIRINCI MENURUT KECAMATAN DI KOTA MAKASSAR  
*Number of Damage Caused by Natural Disaster, Fire, Flooded by Kinds and Subdistricts  
in Makassar 2012*

KODE WIL Area Code	KECAMATAN Subdistricts	BENCANA ALAM/KEBANJIRAN (rumah / bangunan)				KEBAKARAN (rumah / bangunan)				
					JIWA				JIWA	
		Musnah Hancur	Rusak Berat	Rusak Ringan		Musnah Hancur	Rusak Berat	Rusak Ringan		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
010	MARISO	-	-	-	-	82	-	15	521	
020	MAMAJANG	-	-	25	117	15	-	4	113	
030	TAMALATE	-	-	16	72	10	3	2	158	
031	RAPPOCINI	-	-	-	-	8	-	-	38	
040	MAKASSAR	-	-	14	-	10	-	-	30	
050	UJUNG PANDANG	-	-	34	-	-	-	-	-	
060	WAJO	-	-	-	-	4	16	2	163	
070	BONTOALA	-	-	-	-	-	1	-	5	
080	UJUNG TANAH	-	-	66	-	-	-	-	-	
090	TALLO	-	-	62	-	10	5	-	73	
100	PANAKKUKANG	-	-	20	-	10	5	1	94	
101	MANGGALA	-	-	5	-	-	-	-	-	
110	BIRINGKANAYA	-	-	3	-	-	3	-	14	
111	TAMALANREA	-	-	8	-	-	2	-	10	
7371	MAKASSAR	2012	-	-	253	189	149	35	24	1.219
		2011	6	478	1.319	6.246	301	-	-	1.837

Sumber : Dinas Sosial Kota Makassar  
Source : Social office of Makassar

(出典：マカッサル市のウェブページを基に JICA 調査団作成)

### プレキャスト雨水貯留施設の活用可能性

3月7日の観測結果と前項 3-4-3. の結果より、南スラウェシ州知事公舎敷地内に設置するプレキャスト雨水貯留施設の活用可能性を検討する。

マカッサル市による浸水対策は「マカッサル市排水マスタープラン」にて計画されているが、同マスタープランにある現場打ち雨水貯留施設の容量等の決定における貯留施設設置の基準については確認できていない。また、図 17 にあるニパニパ貯水池は、Balai Sungai によって計画されて工事が進められており、マカッサル市及びその郊外の洪水・浸水対策や水資源利用を主な目的としている。

日本においては、浸水被害対策のための雨水貯留浸透施設等の整備に関して、法律「特定都市河川浸水被害対策法」が定められている。同法律の第二章第四条に「前条の規定により特定都市河川及び特定都市河川流域が指定されたときは、当該特定都市河川の河川管理者、当該特定都市河川流域の区域の全部又は一部をその区域に含む都道府県及び市町村の長並びに当該特定都市河川流域に係る特定都市下水道の下水道管理者（以下この条及び次条において「河川管理者等」という。）は、共同して、特定都市河川流域における浸水被害の防止を図るための対策に関する計画（以下「流域水害対策計画」という。）を定めなければならない。」とある。各市町村は、この「流域水害対策計画」において目標となる降雨を定めている。

また、(社)日本下水道協会の「下水道施設計画・設計指針と解説」により、雨水排除にあたって目標とする確率年は5年～10年が標準とされており、1時間降雨量にて雨水貯留施設等を設計している。河川治水においては50年確率雨量にて計画されている。しかし現在、インドネシアにおいては暫定的に河川治水を25年確率雨量にて計画しているが、都市部の雨水排除における目標確率年の基準は確認できない。また、同国においては、治水計画の降雨量は1時間降雨量ではなく1日降雨量を用いている。従って、1日最大降雨量を10年確率雨量と25年確率雨量による冠水量を推定する。

3月7日の降雨量27.4mm時の州知事公舎前道路の冠水量は108.85 m<sup>3</sup>であった。

10年確率雨量229.8mmの場合、推定冠水量は $108.85 \times 229.8 / 27.4 = 913$  m<sup>3</sup>となる。

25年確率雨量270.2mmの場合、推定冠水量は $108.85 \times 270.2 / 27.4 = 1,073$  m<sup>3</sup>となる。

上記により、州知事公舎敷地内に1,000 m<sup>3</sup>のアクアポンドSを設置することにより10年確率の場合は冠水を排除可能である。また、25年確率の場合は1,000 m<sup>3</sup>を上回る量であるが、浸透側溝との併設や浸透機能の付加により、十分機能すると考える。

### 3-4-5. 南スラウェシ州知事公舎前の道路周辺の標高測定

高い精度で浸水状況を調査するためには、州知事公舎周辺の詳細な地形情報が必要である。特に、土地利用のための浸透分析や水流域設計などの浸水解析に必要な情報と考える。しかし、現地政府へのヒアリング及び資料調査において、詳細地形データが無いことが判明した。よって、詳細地形情報を調べるためにドローンの Unmanned aerial vehicle (UAV)

方法で地形図の調査を行った。

ドローン UAV は、人が搭乗しない無人航空機のことである。地上調査が可能な方法である。ドローン UAV の飛行ルートを座標データとしてあらかじめプログラムすることで GPS などの援用で飛行を行う機体が存在する。今回は GPS を援用する小型の UAV を使用した。下記の写真は PC にて飛行ルートを設定している状況である。飛行の設定範囲は測量に必要な面積（浸水流域をカバーする地域）を計算した上で設定した。

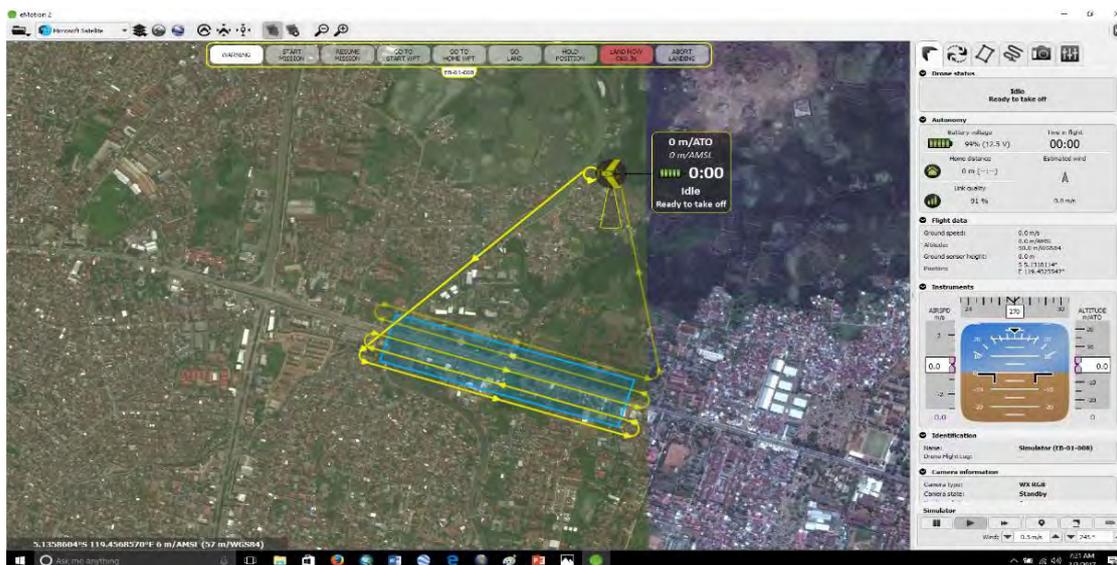


図 27 州知事公舎周辺の地上情報を調査するためのドローン UAV 飛行ルート

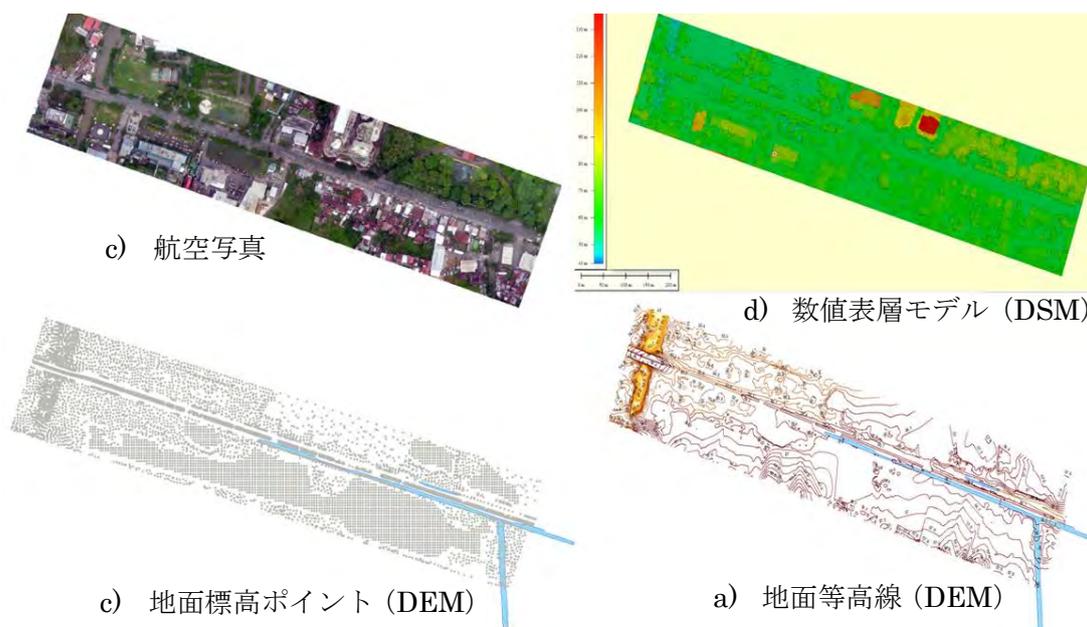


図 28 ドローン UAV 測量の主な結果

ドローン UAV の測量は、地面の表面でなく建物や樹木の上などいろいろなところで反射して戻ってくるため、航空測量で計測したデータには、地面の高さだけでなく建物や樹木の高さ情報も含まれている。このような建物や樹木の高さを含んだ土地表面の高さのモデルを数値表層モデル、通称 DSM(Digital Surface Model)といい、これがドローン UAV 測量の「オリジナルデータ」に当たる。今回のドローン UAV の測量においては、基本的に航空写真と数値表層モデル (DSM) を得た。

一般の地図のように地面の高さを求めたい場合には、オリジナルデータ (DSM) から建物や樹木等の高さを取り除く必要がある。この建物や樹木の高さを取り除く作業を「フィルタリング」という。データのフィルタリングにより、地面標高ポイントと地面等高線ができ、DEM(Digital Elevation Model)というグラウンドデータが出来あがる。下の図はオリジナルデータ (DSM) とグラウンドデータ (DEM) を使用して作成した「陰影段彩による鳥瞰図」であり、DEM ではフィルタリングされているのが読み取れる。

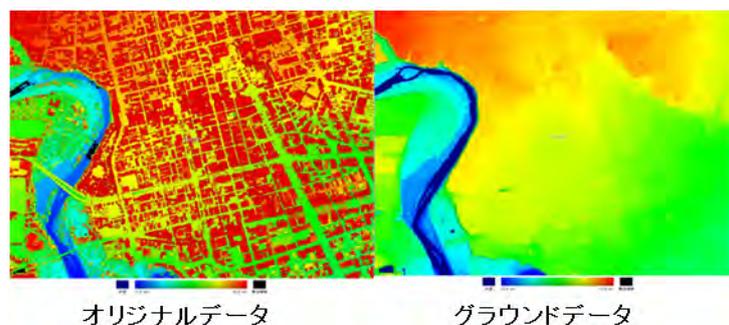


図 29 陰影段彩による鳥瞰図 (DSM と DEM の違い)

DSM や DEM のデータは、非常に多くの点からなるデータである。これらを使って、通常のパソコンで処理しようとする、データ量が大きすぎて、非常に多くの時間がかかる。そこで、処理速度を上げ利用しやすくするために、メッシュ化して容量を小さくしたデータを通常作成している。

国土地理院で作成しているメッシュデータには、10m メッシュ、5m メッシュ等があるが、今回のドローン UAV の測量では 5m メッシュで作成した。

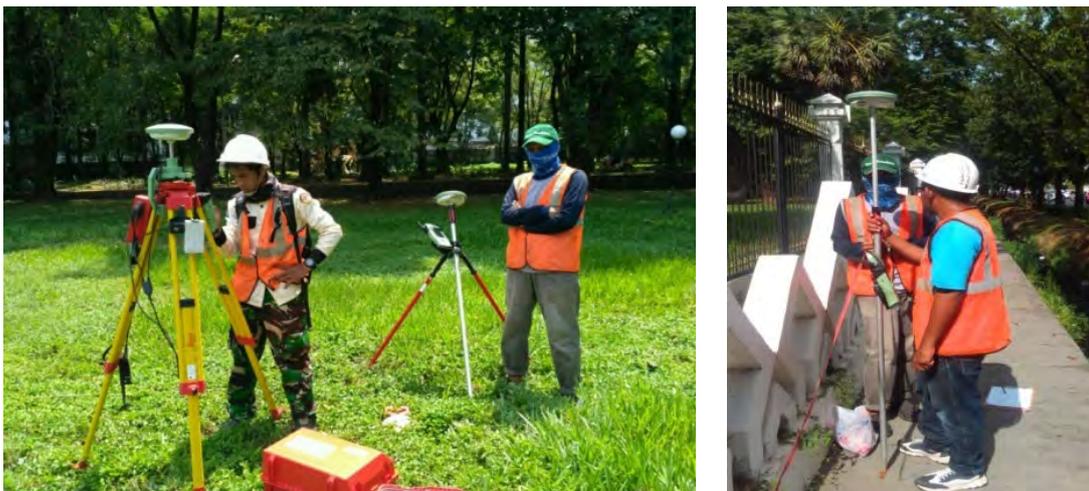


図 30 ドローン UAV 測量の地面標高データ

図 30 に示す赤い点は地上の 5m メッシュ計測点である。この点 1 つひとつが、地上の  $x$ 、 $y$ 、 $z$ （水平位置、高さ）のデータを持っている。この地面標高データ（DEM）の精度は 0.3m である。この DEM データは水利学解析や CAD 設計などの基盤データとなる。

ドローン UAV の測定による地面標高データを空間解析して、地面標高 0.5m のグリッドメッシュを得ることが可能である。この地面標高グリッドメッシュは、浸水解析ソフト（HEC-RAS や MIKE FLOOD など）の基本数値解析パラメータであり、特に水流域の解析に使用できる。

GPS ジオデティック測量は、ドローン UAV の測定データより更に精度の高い標高データが必要な場所で測量を行い、地面の標高（水路高さや中央分離帯など）を得る。また、データ統合することも可能である。特に、水の流れや側溝水路などを設計するために、州知事公舎前周辺の浸水地域全体にわたる厳密な標高データが必要になる。GPS ジオデティック測量はマカッサル市基準標高のベンチマーク（BM）に合わせた測量を行った。



【州知事公舎敷地内及び道路前における高精度地面標高の GPS ジオデティック測量】

下図はドローン UAV と GPS-ジオデティックの地面標高データを合わせた州知事公舎周辺の等高線データであり、地面の断面図や高さ計算などを行うことができる。特に、州知事公舎前道路の標高の低い場所を検索する事が出来る。側溝設計のための水収集ポイントの解析に繋がる。等高線の間隔は 0.1m である。

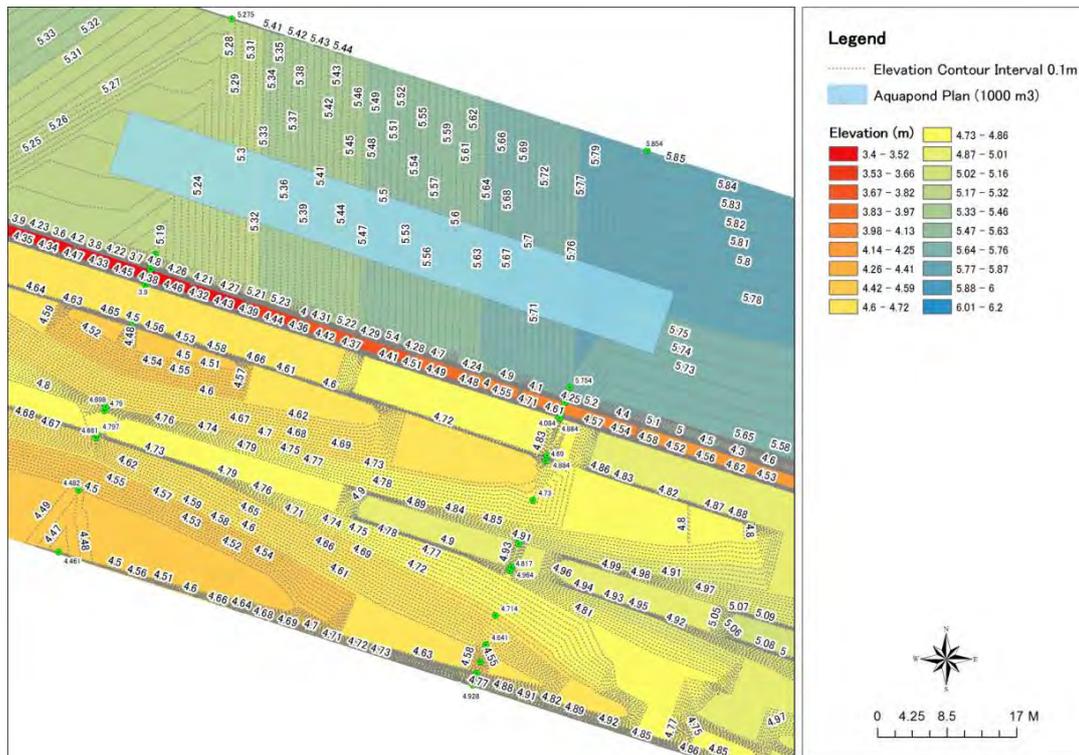


図 31 ドローン UAV と GPS-ジオデティックを合わせた州知事公舎周辺の等高線データ

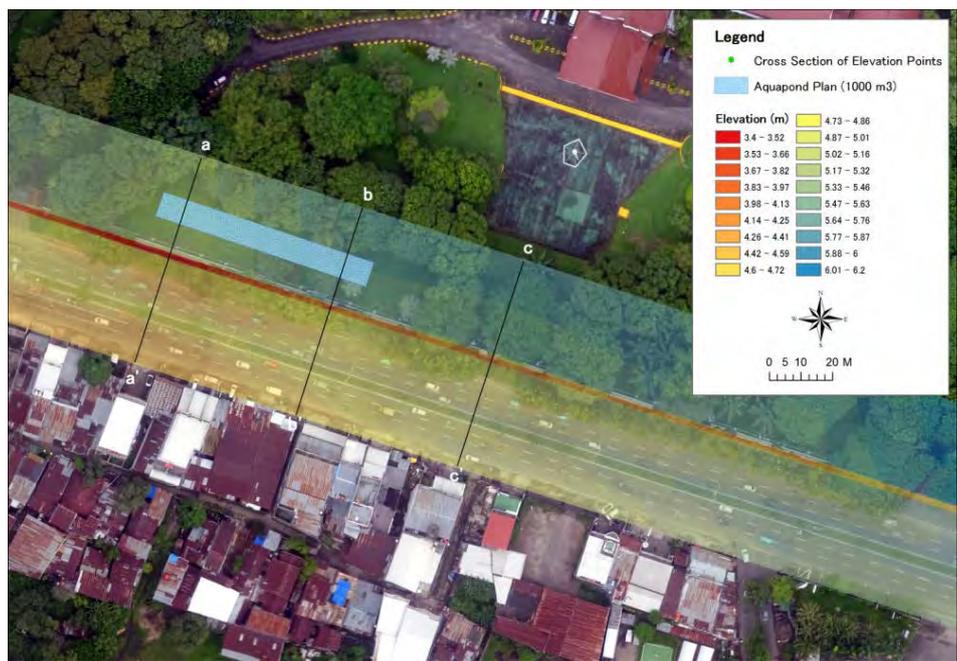
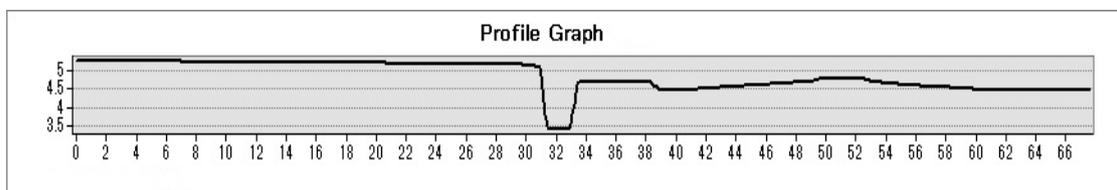
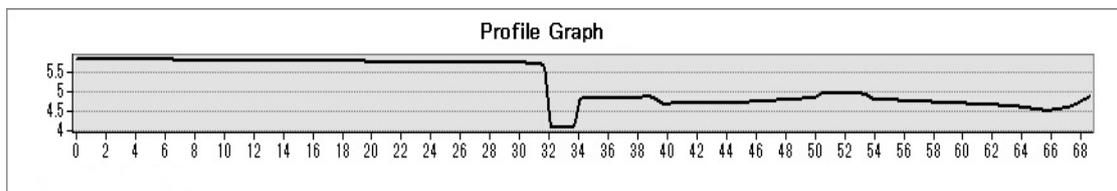


図 32 ドローン UAV と GPS-ジオデティックの地面標高データを合わせた標高画像①

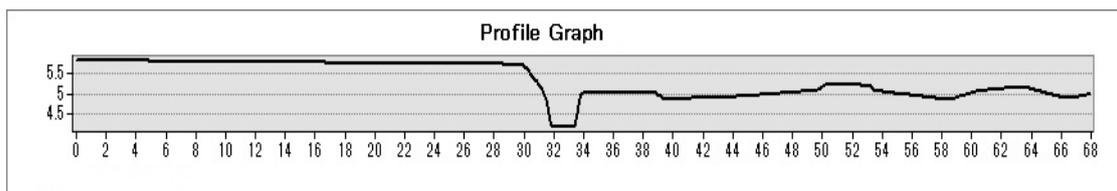
標高画像から断面 a-a' と断面 b-b' と断面 c-c' を計算出来る。このような横断断面図のデータはアクアポンド S の設計などに重要である。下記は上図の横断断面箇所における断面図である。



断面 a-a' (単位 : m)



断面 b-b' (単位 : m)



断面 c-c' (単位 : m)

図 33 州知事公舎前道路及び公舎敷地の横断断面図

また、標高画像から州知事公舎前の道路の断面 a-a'も計算出来る。このような縦断断面図のデータは側溝の設計などに重要である。下記は上図の縦断断面箇所における断面図である。

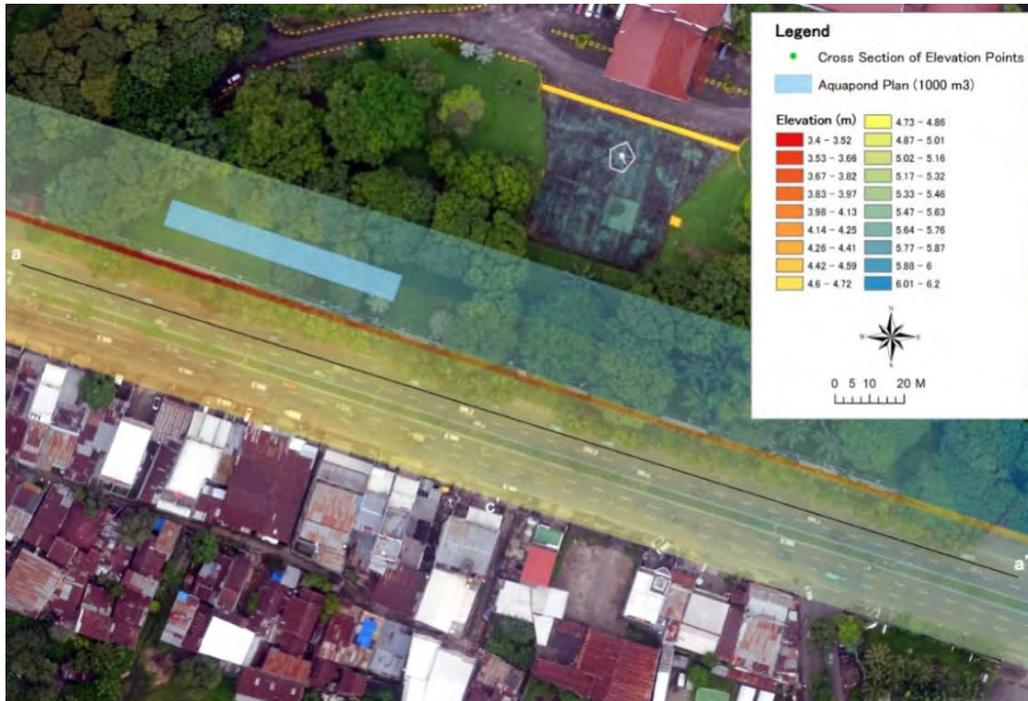
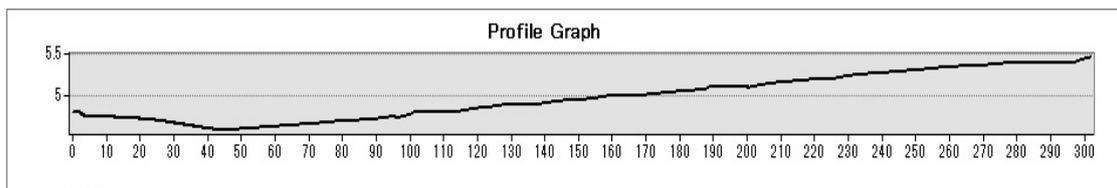


図 34 ドローン UAV と GPS-ジオデティックの地面標高データを合わせた標高画像②



断面 a-a' (単位 : m)

図 35 州知事公舎前道路の縦断断面図

州知事公舎敷地内へのプレキャスト雨水貯留施設及び州知事公舎前道路にプレキャスト雨水浸透側溝の施工を行うため、州知事公舎前から水路の流末となる西にあるパンパン川までの周辺地形を道路を中心に詳細に観測した。

これらのデータを基に道路脇に施工するプレキャスト雨水浸透側溝及び州知事公舎敷地内に施工するプレキャスト雨水貯留施設の平面位置、施工深さ、勾配、側溝から既設水路、既設水路からプレキャスト雨水貯留施設への取水管の位置や数量を設計する。

### 3-4-6. 南スラウェシ州知事公舎前の道路周辺の浸水空間解析

地面標高データを利用した州知事公舎前の道路の冠水地域の解析を行った。標高の低い道路の中央分離帯の高さを計算し、その高さに合わせた冠水面積と冠水量を解析した。下図は、州知事公舎前道路（a 側）の公舎側の冠水と公舎の反対側の道路（b 側）の冠水状況を計算し示したものである。

それぞれ勾配の影響で、州知事公舎側道路（a 側）では水は州知事公舎前の水路に流れる。また、州知事公舎の反対側道路（b 側）では水は住宅地域の方に流れる。

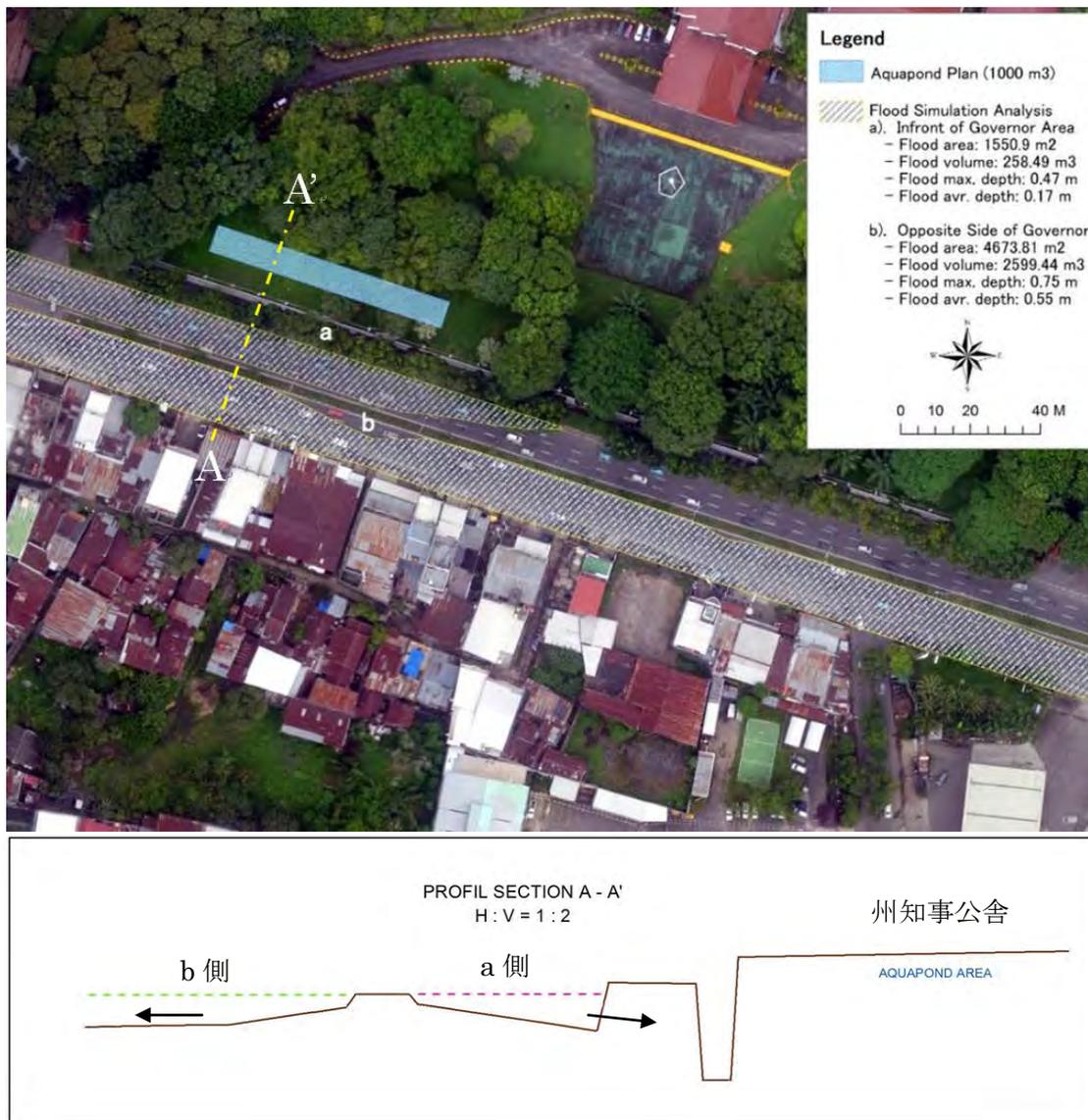


図 36 最低標高の道路中央分離帯を基準とした冠水域解析結果  
浸水量：258.49 m<sup>3</sup>，浸水面積：1550.9 m<sup>2</sup>，平均深さ：0.17m

### 3-4-7. 南スラウェシ州知事公舎敷地内及び前道路の地盤調査

地盤調査の目的は、構造物の計画・設計・施工のためである。構造物支持地盤を見つけたり、構造物の設計に必要な地盤の各種物性値を求めるための調査である。また、構造物の維持管理のための調査、構造物の維持管理のための調査、土構造物をはじめとした既設人工構造物の劣化原因、度合いを調べ、対処方法を考えるための調査である。

ボーリングは、地中に孔をあけて掘り進み、土や岩の試料を観察したり、地中で試験を行って土の強度などを調査するために実施する。ボーリング孔を利用した調査は、計測や試験の種類によっては掘削孔径が異なるなど、孔壁保護・直線性保持技術などが要求される。



【州知事公舎内のボーリング 1 番】

州知事公舎敷地内地盤の層をボーリング調査する。ボーリング調査は、15m までの地層の分布を確認した。岩盤や土などの厚さと地表からの位置の分布を得、1m ごとにサンプルを採取した。

州知事公舎敷地内へプレキャスト雨水貯留施設を施工するために、設置予定場所の地盤調査を行った。

調査項目：地層の確認（ボーリング）

地耐力検査（電気式静的コーン貫入試験）

土質試験（試験室での土質試験）

これらのデータを基に、道路脇に施工するプレキャスト雨水浸透側溝及び州知事公舎敷地内に施工するプレキャスト雨水貯留施設の基礎の設計、浸透性の確認、施工時の掘削設計を行う。

下の写真は、ボーリング1番の標本で、深さが11～15mの間である。  
 ボーリング1番の結果を下の表17に示す。



【州知事公舎内のボーリング1番の標本（11～15m）】

表17 ボーリング1番の結果

ボーリング1番	
深さ	説明
0m～2.75m	埋め戻し土であり、土の種類はほとんど砂である
2.75m～5.6m	火山岩であるが、細かい凝灰岩となっており、未固結堆積物の凝灰岩である。凝灰岩（英: tuff, タフ）は、火山から噴出された火山灰が地上や水中に堆積してできた岩石である
5.6m～5.9m	火山岩であるが、凝灰集塊岩（agglomerate）のは厚さ0.35mの薄い層となっており、やや硬い岩である
5.9m～15m	火山岩であり、凝灰岩となっているが半固結堆積物の凝灰岩である

標準貫入試験（SPT）は、ボーリング時に最も実施される試験であり、地盤の硬軟、締まり具合、N値を求める。

N値の利用例は、支持地盤の判定（良質な支持地盤等）。

（砂質土・礫質土：N $\geq$ 30、粘性土：N $\geq$ 20）

ボーリングを行うと同時に標準貫入試験 (SPT) を実施した。標準貫入試験 (SPT) は、SPT サンプラーを動的貫入することによって地盤の硬軟、締まり具合の判定、及び土層構成を把握する。N 値は、SPT サンプラーを (自重や予備打ちにより貫入させた後) 300 mm 打ち込むのに必要な打撃回数である。州知事公舎内のボーリング 1 番では、深さ 5.5m～14.5m の平均 N 値は約 40 であるが、深さ 14.5m 以上は N 値 50 以上が続いている層である。14.5m からの層が支持層(stiff layer)と考えられる。図 37 がそのデータである。

ボーリング調査の結果は、アクアポンド S の設計深さは 5m までは問題ないと考えられ、施工の掘削も普通に行うことができると考えられる。5m までの深さにコンクリート底版を施工する事が良いと思われる。

FIG DRILLING LOG

Project No. BH - 01  
Hole Number  
Water Table

Project. Underground Investigation  
for water storage in Makassar City  
Elevation 16 Meter

Type of Drilling  
Date 5 - 14 April 2017  
Driller Agus

Remarks  
P : Standard Penetration Test  
UDS : Open Drive Undisturbed Sampling  
Pm : Permeability Test  
VS : Vane Shear Test

Scale in m	Elevation in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type Of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	Sampling		Standard Penetration Test and Torvane Test										
									Depth in m	Sample No.	N - Value Blows / 30 cm	Blows Per Each 15 cm			N - Value & Shear Strength (kPa)						
									15 cm	15 cm	15 cm	10	20	30	40	50					
									● SPT												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	15.5	0.5	0.5	[Yellow dotted pattern]	sand	Brownish red	Soft	accumulation soil, color of soil: reddish brown, grain size: fine sand-pebbles	0.5	UDS	Recovery = 50 cm										
3	13.25	2.75	2.25	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Soft	Fine Tuff, unsolid core, color: gray-black, grain size: coarse sand (1/2-1 mm)	3	P-1		17	17	17							
4	12.5	3.50	0.50	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Fine Tuff, unsolid core, color: gray-black, grain size: coarse sand (1/2-1 mm)	4												
5	11.5	4.5	0.50	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, Grain size coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment size 0.4 cm, massive structure	5												
6	10.05	5.95	0.35	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, Grain size medium sand (1/4 - 1/2 mm)	6												
7	9.25	6.75	0.8	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Fine Tuff, solid core, color: gray-black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	7												
8	8.41	7.59	0.59	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment size 1.5 cm, fragment igneous rock, massive structure.	8												
9	7.21	8.79	0.99	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Fine Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	9												
10	6.35	9.65	0.65	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Fine Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment: igneous rock, massive structure.	10												
11	4.79	11.21	0.515	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment size 1.3 cm, fragment igneous rock, massive structure.	11												
12	4.19	11.81	0.25	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Fine Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12												
13	3	13	0.20	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment size 0.4 cm, massive structure.	13												
14	2	14	1	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment size 1.2 cm, massive structure.	14												
15	1	15	1	[Orange dotted pattern]	Volcanic Rock	Blackish Gray	Hard	Lapili Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), fragment size 1.8 cm, massive structure.	15												

図 37 No.1 州知事公舎内のボーリングデータ : 地層情報, N値&せん断強度



【州知事公舎前のボーリング 2 番】

州知事公舎前のボーリング 2 番を行い、15m の深さまで地盤の層の調査を行った。ボーリング 2 番の結果を、下の表 18 に示す。

表 18 ボーリング 2 番の結果

ボーリング2番	
深さ	説明
0m～2.3m	土砂の埋め戻しである。土の種類はほとんどが砂である。この層は柔らかい土となっている
2.3m～3.0m	火山岩であるが、細かい凝灰岩となっており、未固結堆積物の凝灰岩である。地層はやや固い土である
3.0m～15m	火山岩であるが、凝灰岩となっており、半固結堆積物の凝灰岩である。地層は固い土である

また、ボーリングを行うと同時に標準貫入試験（SPT）を行った。州知事公舎前のボーリング 2 番では、深さ 14.06m までは N 値が 50 以下であるが、深さ 14.06m 以上は N 値 50 以上がつづいている層である。14.06m からの層が支持層（stiff layer）と考えられる。図 38 がそのデータである。

FIG DRILLING LOG

Project No. BH - 02 Project. Underground Investigation for water storage in Makassar City Type of Drilling Date 14 - 15 April 2017  
 Water Table Elevation 16 Meter Driller Agus

Remarks  
 P : Standard Penetration Test  
 UDS : Open Drive Undisturbed Sampling  
 Pm : Permeability Test  
 VS : Vane Shear Test

Scale in m	Elevation in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type Of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	Sampling		Standard Penetration Test and Torvane Test					
									Depth in m	Sample No	Blows Per Each 15 cm	N - Value & Shear Strength (kPA)				
									10	11	12	13	14	15	16	
1	16	0.5	0.5		sand	Brownish Red		accumulation soil, color of soil: reddish brown, grain size: fine sand-pebbles	0.5	UDS-1	Recovery=50cm					
1	15.5	1	0.5		sand	Brownish Red			1							
	14.59	1.41	0.41		sand	Brownish Red	soft	iron sand, color: reddish brown, grain size: coarse sand - pebbles	1.41							
	14	2	0.59		sand	Brownish Red		iron sand, color: reddish brown, grain size: coarse sand - pebbles	2							
2	13.7	2.30	0.30		sand	Brownish Red		iron sand, color: reddish brown, grain size: coarse sand - pebbles	2.30							
	13.2	2.80	0.50		vulcanic rock	Brownish Red	enough hard	Lapilli Tuff, unsolid core, color: Gray-Black, grain size: lapily (2 - 64mm), cement size: coarse sand, massive structure, grain size sub angular - sub rounded.								
3	13	3	0.20		vulcanic rock	Blackish Gray		Lapilli Tuff, unsolid core, color: Gray-Black, grain size: lapily (2 - 64mm), cement size: coarse sand, massive structure, grain size sub angular - sub rounded.	2.8	P-1		3	14	15		
	12.5	3.50	0.50		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, unsolid core, color: Gray-Black, grain size: lapily (2 - 64mm), cement size: coarse sand, massive structure, grain size sub angular - sub rounded.	3.50							
4	12	4	0.50		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, unsolid core, color: Gray-Black, grain size: lapily (2 - 64mm), cement size: coarse sand, massive structure, grain size sub angular - sub rounded.	4							
	11	5	1		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm) massive structure.	5	P-2		3	15	14		
	10.115	5.885	0.885		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	5	P-3		5	14	17		
6	10	6	0.115		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	5.885							
	9	7	1		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	6	P-4		5	17	17		
7	8.825	7.175	0.175		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	7							
	8.19	7.81	0.635		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	7.175	P-5		7	17	19		
8	8	8	0.17		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	7.81							
	7.8	8.2	0.2		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	8							
	7.7	8.5	0.1		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	8.2							
	7.118	8.882	0.582		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	8.5	P-6		5	14	15		
9	6.775	9.225	0.343		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	8.882							
	6.62	9.38	0.155		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	9.225							
	6.61	9.39	0.01		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	9.38	P-7		6	18	15		
	6	10	0.61		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	9.39							
10	5.9	10.10	0.10		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	10	P-8		6	19	16		
	4.26	11.74	0.74		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	10.10							
11	3.89	12.11	0.37		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	11	P-9		4	15	14		
	3.035	12.965	0.815		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	11.74							
	2.96	13.04	0.075		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12.11	P-10		3	14	15		
	2.945	13.25	0.265		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12.11							
	2.7	13.46	0.298		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12.11							
	2.56	13.44	0.14		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12.11							
	2.302	13.698	0.258		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12.11	P-11		3	14	12		
	2.294	13.706	0.008		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	12.11							
14	1.94	14.06	0.354		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	13							
	1	15	0.94		vulcanic rock	Blackish Gray	hard	Lapilli Tuff, solid core, color: Gray-Black, grain size: coarse sand (1/2 - 1 mm), massive structure.	14.06	P-12		3	20	20		

図 38 No.2 州知事公舎前の道路歩道のボーリングデータ：地層情報，N値&せん断強度

CPT(電気式静的コーン貫入試験)は、先端抵抗値(qc値)、周面摩擦力(fs値)、間隙水圧(u値)が測定できるコーンプローブをロッドの先端に取り付け、油圧式貫入装置を用いて地盤に対して静的に2.0cm/secで貫入し、地盤情報を連続的に測定する調査方法である。CPT計測データにより、土層の判別・分類だけではなく、盛土や基礎の設計、杭の周面摩擦力の評価、地盤改良効果の判定、液状化判定などに必要な地盤情報が得られる。3成分の地盤情報に加え、調査目的に応じたコーンを選定することにより、地盤の電気伝導度やせん断波速度なども同時に計測することができる。また、各種サンプラー(土、水、ガス)や環境調査用コーン(ROST, MIP, FFD)を用いることで土壌汚染調査への適用も可能である。日本では、地盤工学会により1994年に基準として制定され、「地盤工学会基準(JGS1435-1995)電気式静的コーン貫入試験方法」として1995年5月に施行されている。試験結果を下記に説明する。

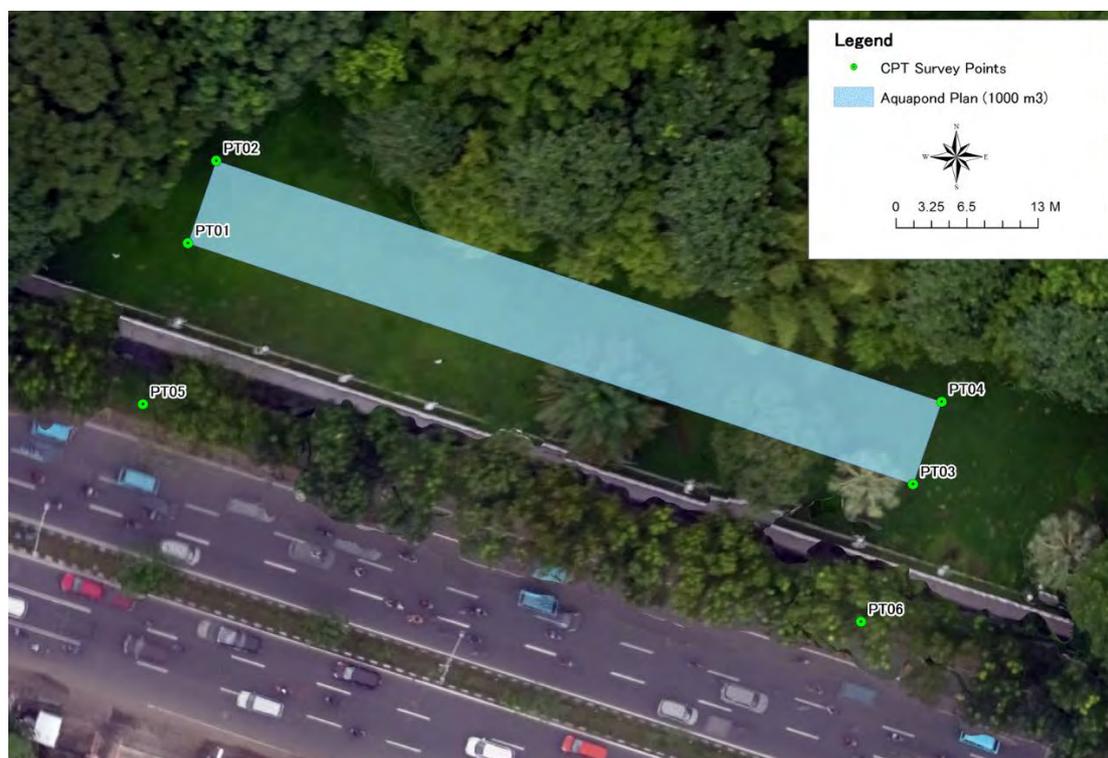


図 39 CPT 電気式静的コーン貫入試験の位置情報

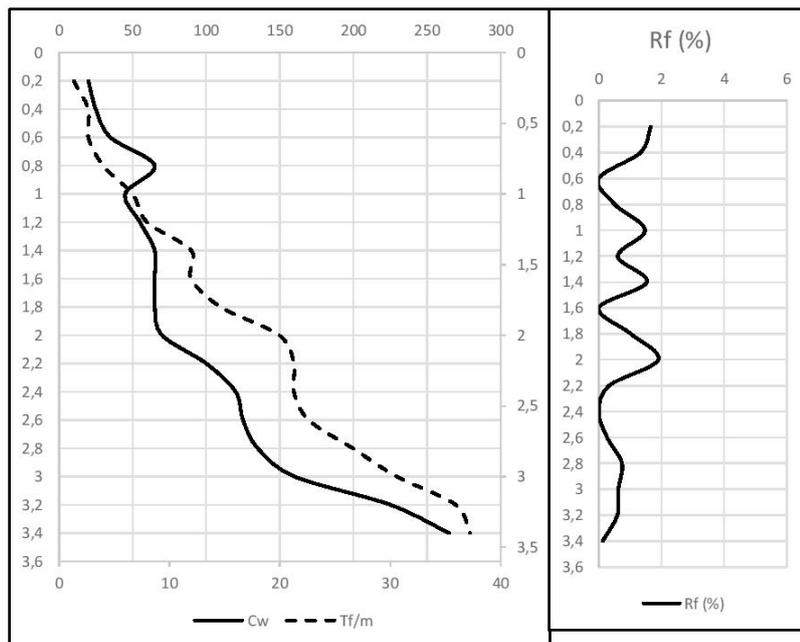
緑色の6か所のポイントはCPT(電気式静的コーン貫入試験)の位置である。州知事公舎敷地内の調査では、(PT01~PT04)4か所のアクアポンドS設置予定地の四隅で調査を実施した。

CPT計測データのPT01、PT02、PT03、PT04において、それぞれ2.8m、1.2m、2.2m、3.0mより深い地層で、摩擦力の評価が良く、地盤改良が不要であり、液状化などの問題はないと考えられる。PT01のCPT計測データを次項の図40に示す。

アクアポンドSの基礎底版の設計深さは、4~5mになると予定され、この地層環境においての施工には基礎的な問題は無いと考えられる。

LOKASI : KANTOR GUBERNUR SULSEL  
 TITIK SONDIR : PT01  
 HARI/ TGL : SENIN, 23 APRIL 2017  
 PENANGGUNG JAWAB : HAMRIN ILHAMI

DALAM meter	Cw Kg/cm2	Tw Kg/cm2	Kw	qc	fs	Fs x Intv	Tf/m	Rf (%)	Ket
0.2	20	25	5	40	0.665	1.33	1.33	1.6625	stiff
0.4	25	30	5	50	0.665	1.33	2.66	1.33	hard
0.6	35	35	0	70	0	0	2.66	0	very soft
0.8	65	70	5	130	0.665	1.33	3.99	0.511538	soft
1	45	55	10	90	1.33	2.66	6.65	1.477778	hard
1.2	55	60	5	110	0.665	1.33	7.98	0.604545	soft
1.4	65	80	15	130	1.995	3.99	11.97	1.534615	hard
1.6	65	65	0	130	0	0	11.97	0	very soft
1.8	65	75	10	130	1.33	2.66	14.63	1.023077	stiff
2	70	90	20	140	2.66	5.32	19.95	1.9	stiff
2.2	100	105	5	200	0.665	1.33	21.28	0.3325	stiff
2.4	120	120	0	240	0	0	21.28	0	very soft
2.6	125	130	5	250	0.665	1.33	22.61	0.266	very soft
2.8	135	150	15	270	1.995	3.99	26.6	0.738889	hard
3	160	175	15	320	1.995	3.99	30.59	0.623438	hard
3.2	225	245	20	450	2.66	5.32	35.91	0.591111	hard
3.4	265	270	5	530	0.665	1.33	37.24	0.125472	



Cw : Pembacaan perlawanan konus      Tf : Angka geser total  
 Tw : Pembacaan perlawanan konus + geser Rf : Rasio perlawanan geser  
 Kw : Hambatan geser  
 qc : Nilai perlawanan konus  
 fs : Nilai perlawanan geser

図 40 CPT-No.1 : 電気式静的コーン貫入試験データ

qc = carrying capacity  
 fs = sliding resistance  
 rf = friction ratio  
 Tf = shear total

試験室試験における土質試験を以下に示す。

試験室試験の目的はアクアポンドS及び側溝の設計と施工設計・施工計画のためである。土質試験の試料サンプリング方法は、試料が攪乱される採取方法と攪乱されない採取方法があり、本サンプリングは標準貫入試験試料採取による攪乱されない採取方法である。その採取試料により、土粒子の密度、含水比、粒度分析、土の湿潤密度、透水性試験、力学試験等を実施した。

土粒子の密度試験…土粒子（土の粒）の単位体積重量を求める試験、土粒子がどのような鉱物または有機物で構成されているのかを調べる。

粒度試験…粒度試験結果は土の工学的分類に使用されるほか、透水係数の推定に用いられる。

一軸圧縮試験…土の強さと変形性を調べる

圧密試験…土の圧縮性と圧縮に要する時間を調べる

CBR 試験…土の締固め特性を調べる

透水試験…土の透水性を調べる

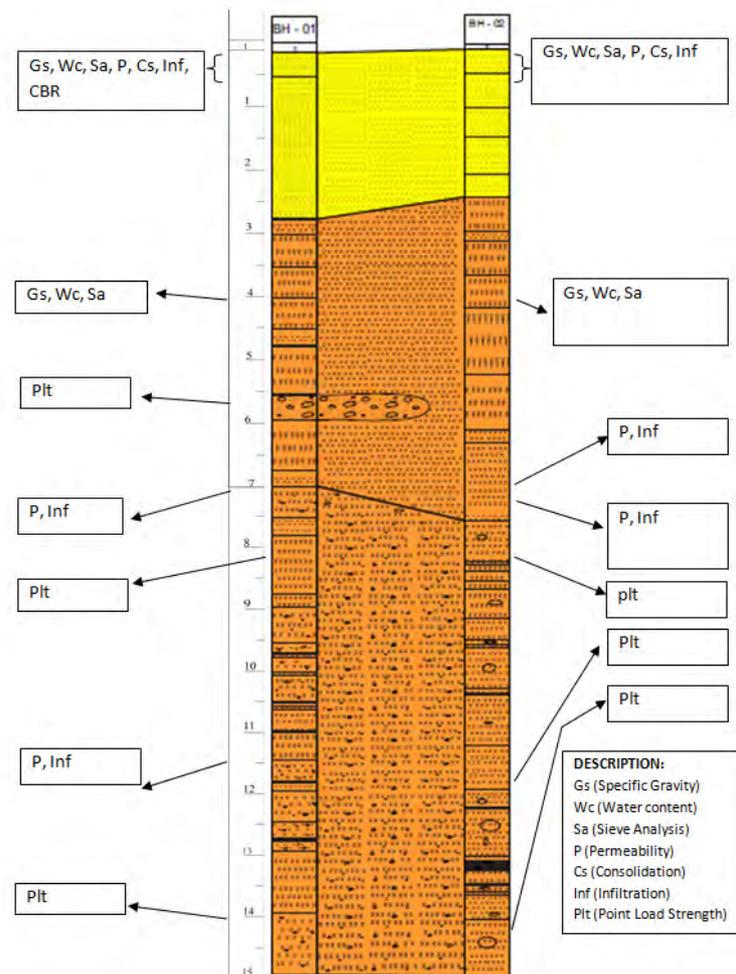


図 41 ボーリングログにおける土質試験のサンプリング位置

表 19 試験室における土質試験内容

Laboratory Test	Quantities	Boreholes		Samples Type	
		BH01	BH02	Soil	Rock
Specific Gravity	8	4	4	✓	✓
Unit Weight	8	4	4	✓	✓
Natural Water Content	6	3	3	✓	✓
Sieve Analysis	8	4	4	✓	✓
Permeability	6	3	3	✓	✓
CBR Test	1	1	-	-	✓
Compression Strength Test	6	3	3	-	✓
Consolidation Test	2	1	1	✓	-
Infiltration Calculation	6	3	3	✓	✓

Client:	PENYELIDIKAN TANAH		Tanggal Rev :	Hal :
CV. ARMEDIA CONSULTANT	LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL UNIVERSITAS HASANUDDIN		JUNI 2017	5

SUMMARY TEST RESULTS						
PROJECT	UNDERGROUND INVESTIGATION FOR WATER STORAGE IN MAKASSAR CITY					
LOCATION	KANTOR GUBERNUR SULSEL JALAN URIP SUMUHARJO					
BORING NUMBER						
BORING DEPTH						
TESTING METHOD	ASTM & AASTHO SERIES					
LABORATORY	HASANUDDIN UNIVERSITY					
REPORTED BY	DIANA FAUZIAH					
DATE	JUNI 2017					

Bore Hole No.	BORE HOLE 01				BORE HOLE 02				Remarks
	DISTURB								
Sample									
Sample Depth	m	0-0.5	4.5	5.5-6.0	6-6.5	0-0.5	12-12.5		
Specific Gravity (Gs)		2.860	2.864	2.677	2.652	2.657	2.649		
Water Content (w)	%	-	-	4.007	3.790	-	4.967		
Wet Density (ρ <sub>w</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	-	-	0.785	0.770	-	0.885		
Dry Density (ρ <sub>d</sub> )	g/cm <sup>3</sup>	-	-	0.755	0.742	-	0.827		
Void ratio (e)		-	-	2.548	2.574	-	2.201		
Porosity (n)		-	-	71.81	72.02	-	66.76		
Degree of Saturation (Sr)		-	-	4.21	3.89	-	5.50		
Gravel	%	28.900	43.700	22.100	42.100	34.300	42.700		
Fine Sand	%	68.500	45.900	65.400	52.200	55.300	54.900		
Silt	%	-	-	-	-	-	-		
Clay	%	-	-	-	-	-	-		
Passing no. 200 sieve	%	2.800	10.400	12.500	5.700	10.400	2.400		
USCS Soil Classification		SM	SM	SM	SM	SM	SM		FRESH
Constant Head	cm/s	0.000054	-	-	-	0.00556	-		
Falling Head	cm/s	-	-	-	-	-	-		
Pra consolidation (Pc)	%	-	-	-	-	-	-		
Compression Index (Cc)	-	-	-	-	-	-	-		
Swelling Index (Cs)	-	-	-	-	-	-	-		
Optimum Moisture Cont. (w <sub>p</sub> )	%	8.92	-	-	-	-	-		
Maximum Dry Density (γ <sub>max</sub> )	t/m <sup>3</sup>	1.58	-	-	-	-	-		
CBR at 95% γ <sub>95</sub>	%	2.218	-	-	-	-	-		

図 42 試験室における土質試験結果

表 20 ボーリング 1 番及び 2 番の透水試験結果

Sample Code	Sample Type	Coefficient of Permeability (cm/s)
BH01 0.0 – 0.5	Soil	0.000054
BH01 7.0 – 7.5	Rock	0.000120
BH01 11.0 – 11.5	Rock	0.000120
BH02 0.0 – 0.5	Soil	0.005560
BH02 7.0 – 7.5	Rock	0.000063
BH02 11.0 – 11.5	Rock	0.000063

(出典：地盤調査データを基に JICA 調査団作成)

州知事公舎敷地内の浸透性は透水試験の BH01 の深さ 7m により 0.000120cm/sec の値となる。また、州知事公舎前道路の浸透性は透水試験の BH02 の深さ 0.5m により 0.00556cm/sec となる。

したがって、地盤工学協会の透水性の分類基準によると、州知事公舎敷地内の透水性は低い適用性に分類される。また、州知事公舎前道路の透水性は中位の適用性に分類される。

州知事公舎前道路に浸透側溝を設置することは、道路の雨水を側溝に取り込み、地中に浸透させるのに効果があると考えられる。また、州知事公舎敷地内に設置するアクアポンドSの浸透機能を考えるならば、地中に浸透させるための排水溝を設置した方が良いと想定される。

表 21 透水係数の範囲及び適用性分類

No	Soil type	Coefficient of permeability (cm/sec)	Drainage
1	Gravel	100 - 1	Good
2	Coarse sand	0.3 - 0.1	Good
3	Medium to fine sand	0.01 - 0.005	Good to fair
4	Silt	0.001 - 0.00001	Poor
5	Silt or clay mixtures	0.00001 - 0.0000001	Very poor
6	Clays	0.00001 - 0.0000001	Very poor

(出典：地盤調査報告書より JICA 調査団作成)

### 3-4-8. プレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）

#### (1) 設計

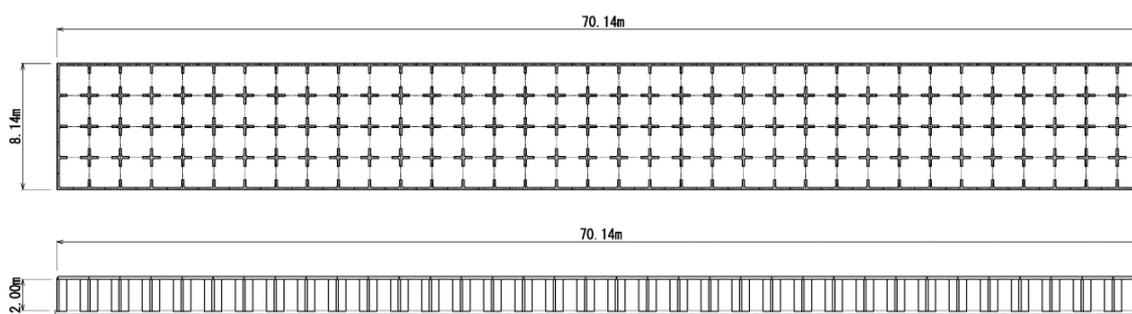


図 43 アクアポンドS 構造図（上：平面図、下：断面図）

(出典：提案企業の設計資料より抜粋)

アクアポンドSは基本部材となる「柱材+型」の高さを 1.0m～2.0mの範囲で 10cm ピッチで調整することができる。また、この「柱材+型」を 2m ピッチで自由に配置することで様々な土地形状に合う貯留槽を構築することが出来る。今後、詳細な測量や雨量調査を通じて、必要な貯留量を正確に把握する必要がある。

アクアポンドSは土圧等の荷重に耐える構造にしなければならない。標準として使用するコンクリート強度は  $35\text{N}/\text{m}^2$  であり、土被り  $0.1\sim 1.0\text{m}$  まで耐える構造になっている。今後、詳細な測量や設計を通じて、コンクリート強度や部材厚が適切か確認を行う必要がある。

設置場所は州知事公舎敷地内を想定しており、同地においてトラックや自家用車等車両の活荷重が作用する状態は考え難い。従って、人等の荷重として  $5\text{kN}/\text{m}^2$  を載荷してアクアポンドSの構造計算を行う。

## (2) 製造用材料、施工用資材

現地でのアクアポンドSの製造にかかる材料については以下の通りである。

### ア. 現地調達

- ① 生コンクリート ( $35\text{N}/\text{m}^2$ )・・・WIJAYA KARYA BETON 工場
- ② 鉄筋 (SNI 規格品)・・・WIJAYA KARYA BETON 工場

### イ. 本邦調達

- ① 埋め込み用インサート
- ② 連結金具
- ③ 止水パッキン
- ④ 突き出し鉄筋 (片ネジ)
- ⑤ 高さ調整ボルト
- ⑥ 高さ調整ボルト用プレート

プレキャストコンクリート製品の主材料である生コンクリートと鉄筋は現地調達可能であるが、それ以外の附属材料や施工用材料については、現地調達が不可能あるいは困難であるため、本国より輸出し、調達する。

## (3) 施工計画及び施工に関する留意点

ア. 概要：南スラウェシ州知事公舎敷地内にプレキャスト雨水浸透敷設を設置する。

施工規模：貯留容量  $1,000\text{ m}^3$  延長  $70\text{m}$ ×幅  $8\text{m}$ ×高さ  $2\text{m}$

※詳細設計による設計条件により浸透式側溝等の設置を計画する。

工事工程：土工、製品据付工、現場復旧作業を含めて4カ月以内を計画している。

(※工事工程表別紙参照)

### イ. 施工に関する留意点

- ① 工事の申請と許可が他部門に亘り時間を要するため、早期の申請と許可書の取得が必要である。(申請業務も WIJAYA KARYA BETON へ業務委託する)
- ② 提案企業施工マニュアル、施工状況撮影画像等を使用し、細部にわたる施工方法の説明、施工現場での施工指導が必要である。

- ③ 国民性や現地の労働条件を含めたところで工期を遵守するために、現地に合わせた人員配置や工程変更等が発生すると思われる。

ウ．施工における機材の選定、機材搬入時の課題

① 木の伐採

南スラウェシ州知事公舎敷地内に伐採が許可されない種の木があり、施工ヤード内にも数本生殖しているとの事で、場合によっては木を侵さない製品の形状を考慮する必要がある。

② 既存歩道ブロックの保護

重機、トラック、バックホー等の施工ヤードへの乗り入れ箇所に既存の歩道ブロック等があるため、乗り入れ箇所に盛土後、締め固めを行い、鉄板養生をした上での搬入、搬出を行う。



【鉄板養生の例】

エ．現地における実務に関して

現地パートナー社 WIJAYA KARYA BETON への製造、施工に関する業務委託を考えており、製造工程、施工工程の打合せを行っている。提案企業は、製造、施工指導及び進捗管理等を行う。

(4) 工事工程

貯留施設（アクアポンドS型）設置工事の施工にあたっては、施工手順を把握し、他の関連工事、環境保全対策等を十分検討し、安全かつ円滑な施工が出来るように綿密な計画を立てる必要がある。



### 3-5. 本邦受入活動による提案製品の紹介

#### (1) 本邦受入活動の目的

本調査において、マカッサル市 PU 職員及び河川局職員を対象に、日本の浸水対策インフラ整備事業に関する理解をより深めてもらうため、7月3日(入国)～8日(出国)の期間、日本へ招聘し、現場視察や意見交換を実施した。

#### (2) 本邦受入活動の参加者

提案製品である雨水の流出抑制の浸水被害が軽減可能となる「プレキャスト雨水浸透側溝」と、安定した強度が確保できる「プレキャスト雨水貯留施設」の現地活用にかかる計画立案に関わる立場にある下記表 22 の職員 4 名を本邦受入活動に招聘した。

表 22 本邦受入活動参加者一覧表

Name	Organization	Position or Title
Ir. Muhammad Ansar, M. Si	Public Work (PU)	Head of PU
Dr. Muhammad Fuad Azis DM, ST, M.Si	Public Work (PU)	Head of drainage division
Tajuddin Beddu Laobe, ST, M.Si	Public Work (PU)	Head of road division
Hasrawati Binti Rahim, ST, Sp.1	The Balai Besar Wilayah Sungai Pongoren-Jeneberang	Head of General Planning & Program

#### (3) 本邦受入活動内容及びスケジュール

本邦受入活動のスケジュールは次項の表 23 のとおりである。ヤマウ本社にて本邦受入活動研修員に本主旨の説明と提案企業製品や技術の説明を行った。また、福岡市が過去の浸水災害を受けて、現在実施している浸水対策について福岡市役所を訪問して、福岡市道路下水道局の説明を受けた。更に、提案している「プレキャスト雨水浸透側溝」と「プレキャスト雨水貯留施設」の設置現場視察、及び提案企業工場において製造プロセス・管理、品質管理取組の視察を行った。

表 23 本邦受入活動計画表

受入詳細計画表（兼受入詳細計画表（実績版））

案件名：	プレキャスト雨水浸透側溝及び貯留施設の導入にかかる案件化調査		
受入期間：	2017/7/3	～	2017/7/8
		参加人数：	4人

目標（注1）：	日本の浸水対策インフラ整備事業の現場視察や意見交換を行い、マカッサル市職員等のインフラ整備事業に関して啓蒙を行う
項目（注2）：	①提案工法の国内における施工事例 ②提案技術を使用した国内での施工実施箇所での研修 ③施工期間の短縮による施工性の向上、高品質な製造が可能となる提案製品 ④提案製品の製造工程、品質管理 ⑤浸水対策インフラ整備事業に関する意識向上

（注1）本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくのが目標を記載してください。  
 （注2）本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等			講師使用言語	活動場所	宿泊先
				氏名	所属先及び職位	連絡先			
7/3(月)	11:00 ～ 14:00	講義	ヤマウ製品、技術の説明	田中圭司	紳ヤマウ開発・設計部	092-872-3352	日本語	ヤマウ本社	ホテルモンテエルマナ福岡
	15:00 ～ 16:00	講義	福岡市役所訪問	藤井課長	福岡市道路下水道局	080-2792-2073	日本語	福岡市役所	
7/4(火)	8:00 ～ 12:00		福岡市から宮崎県へ移動	荒殿隆宏	紳ヤマウ製造本部	080-1755-5254		移動	ホテル四季亭
	13:30 ～ 15:00	見学	アクアポンドS施工現場見学	原直樹	紳ヤマウ工務部	090-3077-7551	日本語	宮崎県都城	
	15:00 ～ 16:30	見学	アクアポンドS施工現場見学	原直樹	紳ヤマウ工務部	090-3077-7551	日本語	宮崎県都城	
7/5(水)	9:00 ～ 11:00	見学	ヤマウ川南工場見学	佐藤朋宏	紳ヤマウ川南工場長	0983-27-1181	日本語	宮崎県川南町	ホテルモンテエルマナ福岡
	11:00 ～ 17:00		宮崎県から福岡市へ移動	荒殿隆宏	紳ヤマウ製造本部	080-1755-5254		移動	
7/6(木)	9:30 ～ 11:00	見学	アクアポンドS施工現場見学	原直樹	紳ヤマウ工務部	090-3077-7551	日本語	福岡市南区花畑	ホテルモンテエルマナ福岡
	13:00 ～ 14:30	見学	側溝施工現場見学	原直樹	紳ヤマウ工務部	090-3077-7551	日本語	福岡市中央区清川	
	15:00 ～ 16:30	見学	側溝施工現場見学	原直樹	紳ヤマウ工務部	090-3077-7551	日本語	福岡市城南区千隈	
7/7(金)	10:00 ～ 12:00	見学	ヤマウ福岡工場見学	石崎敦郎	紳ヤマウ福岡工場長	092-804-2357	日本語	福岡市早良区東入部	ホテルモンテエルマナ福岡
	14:00 ～ 16:00	発表	研修結果報告会議	芳宏一	紳ヤマウ海外事業本部	080-2792-2073	日本語	ヤマウ本社	
7/8(土)	7:30 ～		福岡空港出発（午前10:00）	イハラヒム	紳ヤマウ海外事業本部	080-8589-8223	インドネシア語		
	～								
	～								
	～								

ア. 福岡市役所表敬訪問

福岡市道路下水道局訪問、福岡市国際部の職員も参加された。下水道局総務部下水道経営企画課の藤井課長、樽井企画第1係長により、下の図45、図46のような福岡市の対策事業パンフレット（受入研修員へは英語版を配布）を基に説明が行われた。



【福岡市道路下水道局訪問】



【福岡市浸水対策説明状況】

博多駅周辺では、平成11年6月29日・平成15年7月19日に甚大な浸水被害が2度発生しました。

このため福岡市では、博多駅周辺を三度浸水させないように「博多駅地区緊急浸水対策事業・雨水整備レインプラン博多」を策定し平成16年度から取組んでいます。その事業のひとつとして、山王公園に雨水の貯留を目的とした山王雨水調整池を設置しました。

◆施設概要

名称	施設内容	供用開始
山王1号雨水調整池	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯留容量：約13,000m<sup>3</sup></li> <li>有効水深：約8.90m</li> <li>有効水深：約1.5m</li> <li>グラウンド舗装工：内野・クレー・外野・野芝・ワーニングトラック・セミアンジーカ</li> </ul>	H18年6月
山王2号雨水調整池	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯留容量：約15,000m<sup>3</sup></li> <li>長さ：78.1m</li> <li>幅：34.8m</li> <li>有効水深：8.4m</li> </ul>	H18年6月
山王ポンプ所	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ能力：約2.0m<sup>3</sup>/秒</li> <li>貯留容量：約2,500m<sup>3</sup></li> </ul>	H16年10月

山王雨水調整池イメージ図

山王公園野球場を約1.8m掘下げて雨水調整池を設置したものの施工前

山王公園野球場を約1.8m掘下げて雨水調整池を設置したものの施工後

山王ポンプ所

御笠川の逆流防止ゲートと排水ポンプを設置したものの施工前

御笠川の逆流防止ゲートと排水ポンプを設置したものの施工後

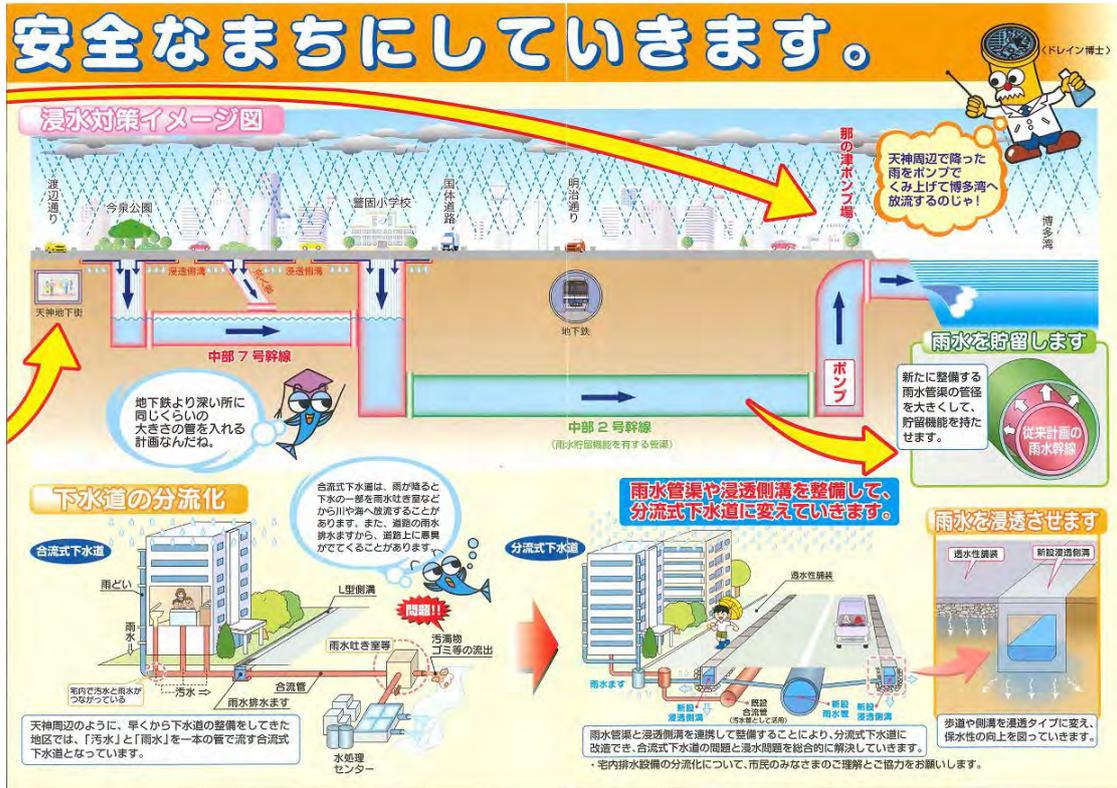
山王2号雨水調整池

山王1号雨水調整池

拡大写真

図 45 福岡市浸水対策事業パンフレット①

福岡市では1999年6月と2003年7月に発生した甚大な浸水災害を受けて、2004年度から中長期計画雨水浸水対策整備事業を進めている。福岡市は雨水整備に際しては、時間雨量59.1mm（10年確率）に対応した施設整備を優先的に行い、1999年6月29日の降雨である時間雨量79.5mmを将来的な目標にしているとのことである。受入研修員はこのような中長期計画が確実に進められていることに非常に興味及び関心を示していた。



ウ. プレキャスト製品施工現場視察

① 雨水貯留施設設置現場（アクアポンドS）：宮崎県都城市



【雨水貯留施設設置現場視察状況】

② 大型分割ボックスカルバート（スパンザウォール）工事現場：宮崎県都城市



【大型分割ボックスカルバート工事現場視察状況】

③ 雨水貯留施設工事現場（アクアポンドS）：福岡県福岡市



【雨水貯留施設工事現場視察状況】

④ サイドライン側溝設置現場：福岡県福岡市



【サイドライン側溝設置現場視察状況】

⑤ ライン側溝設置現場：福岡県福岡市



【サイドライン側溝設置現場視察状況】

⑥ ヤマウ川南工場視察：宮崎県川南町



【ヤマウ川南工場視察状況】

## ⑦ ヤマウ福岡工場視察：福岡県福岡市



【ヤマウ福岡工場視察状況】

### エ. 研修後ミーティング

本邦受入活動最終日にヤマウ本社にてミーティングを行い、受入研修員の感想や評価及び意見交換を実施した。更には、本邦受入活動において、受入研修者にアンケート調査を実施した。

アンケート調査結果より、自治体の浸水対策事業が計画的に確実に実施され、雨水側溝から雨水貯留施設までを含めて浸水対策システムが機能していることに関し、研修員の理解が深まったことが伺える。更には、提案企業製品のプレキャスト雨水貯留施設（アクアポンドS）を含めたプレキャストコンクリート製品の有効性を大いに実感しており、提案企業工場の見学においては、製品製造技術や品質管理の高さを実感したようである。

道路や側溝にゴミがほとんど無いため確実に機能しており、水路の流水の状態が良いことを実感し、日本の水路インフラを高く評価している。今後、マカッサル市の浸水対策事業を進めるために、プレキャスト雨水貯留施設等をはじめとしたプレキャストコンクリート製品を同市に導入することを強く希望している。

各組織の担当者の研修に係る具体的な意見は以下の通りである。

#### ① マカッサル市 PU

視察した現場においては水路側溝の整備が行き届いており、製品の設計も良く、様々な寸法及びデザインがあり、現場状況によって製品の適用を行っている。雨天時においても道路の浸水がほぼなく、浸水対策には問題がないことが判明した。

アクアポンドSは水を貯留して浸水対策を実施しており、狭い土地でも施工が可能である製品である。インドネシアにて同製品を適用すれば、アクアポンドSに溜まった水が水資源として再利用できると考える。本システムを構築すれば、洪水時の浸水対策に加えて、乾季における渇水時の給水対策としての効果を発揮すると想定される。

## ② マカッサル市 PU 水路部

アクアポンドSの設置現場を視察したが、どのように貯留施設のメンテナンスを行っているのかという点につき、理解を深めることが難しい。マカッサル市内で施工するのであれば、どのようなメンテナンスをするのかにつき疑問である。日本とは異なりゴミや泥の問題が大きいため、アクアポンドS設備に及ぼす影響を懸念する。

## ③ マカッサル市 PU 道路部

毎年、マカッサル市内での道路に関する予算は4.5億円であり、約4kmの道路工事がある。その道路に側溝を入れるとすると、道路両側で約8kmの距離の工事になることが想定される。1本が2mの側溝の場合は1年に4,000個の製品を製造する必要がある、施工期間は、ほとんどの工事の場合、半年である。

## ④ 河川局マカッサル事務所総合企画部

都城市にあるアクアポンドSは、5haの地域において最大降雨量60mmを想定した浸水対策のための2,000m<sup>3</sup>のアクアポンドSであると聞いたが、マカッサル市では約120mmの降雨量のため、およそ2倍になると想定される。2,000m<sup>3</sup>のアクアポンドSの工事費は約1億円とのことであるが、マカッサル市でもその金額が普通だと思う。

日本においては、雨水貯留施設等の設計は1時間降雨量にて行っているが、ここで言っているインドネシアの降雨量は1日降雨量を指しているため、もっと小さな容量になることが想定される。



【研修後ディスカッション状況】

アンケート調査概要を次項に示す。なお、詳細な結果は別添とする。

- ① 現場視察の見学アンケート（視察現場ごと）
- ② 研修後のアンケート

表 24 現場見学アンケート

見学アンケート (Kuesioner Tanggapan Saat Visiting Lokasi Konstruksi, Pabrik, dan Yamau)

		平均値 Nilai	回答 Penjelasan
Q1	今回の見学・視察についてどのくらい満足していますか(平均値)※5段階評価 Apakah Anda puas dengan kunjungan kali ini (melihat pabrik, lokasi konstruksi, dst.) (Penilaian maximal 5 point)		
Q2	Q1のように回答した理由を教えてください Pada pertanyaan Q1, berikan alasannya.		
Q3	本プログラムで最も興味深かった事や自国にて活かせる内容があれば教えてください。 Dalam program ini, apakah ada yang menarik (produk, metode konstruksi, manufacturing, dst.) untuk diterapkan di negara Anda. Berikan penjelasannya.		
Q4	見学の中で、わからないことはありませんか、特に聞きたいことはありますか Apakah ada yang tidak dipahami dalam kunjungan ini, ataukah mungkin ada yang perlu ditanyakan.		

※5段階評価 1. 不十分、不適切 2. やや不十分、やや不適切 3. どちらともいえない 4. まあ十分、まあ適切 5. 十分、適切

Penilaian 5 point yaitu: 1. Tidak cukup, Tidak Pantas; 2. Agak tidak cukup, Agak tidak pantas; 3. Tidak Tahu; 4. Cukup baik; 5. Baik

表 25 研修後アンケート

研修後アンケート (Kuesioner Tanggapan Setelah Program Kunjungan)

		平均値 Nilai	回答 Penjelasan
Q1	本邦研修に対する満足度を教えてください。(※5段階) Berikan penilaian tingkat kepuasan Anda pada program visiting kali ini (Penilaian maximal 5 point)		
Q2	全体研修に対するコメント Komentar pada seluruh program ini		
	研修前と比べて、関心度の変化(3段階) Berikan penilaian 1 s/d 3, sebelum dan sesudah visiting program ini. (Penilaian maximal 3 point)		
	①「日本における浸水問題と対策」について Tentang solusi penanganan banjir di Kota-kota Jepang		
	②「宮崎県都城におけるアクアポンド現場の浸水対策状況」について Tentang penanganan banjir aquaponid di Miyakonjo area, Miyazaki Prefecture		
	③「福岡市におけるアクアポンド現場の浸水対策状況」について Tentang penanganan banjir aquaponid di Fukuoka area, Fukuoka City		
	④ 日本道路側溝など建設現場視察 Pengamatan pada lokasi konstruksi dan saluran jalanan di Fukuoka area, Fukuoka City		
	⑤「ヤマウ製造方法」について Tentang metode manufacturing beton pracetak Yamau, Jepang		
⑥「ヤマウのPCa製品」について Tentang produk-produk beton pracetak Yamau, Jepang			
⑦「PCa工場機器の製造、運用、維持」について Tentang pemeliharaan, operasi, dan peralatan pabrik beton pracetak Yamau, Jepang			
Q3	研修を聴いて、インドネシアに持ち帰って実行したいこと、実現したいことがあれば、教えてください。 Setelah mengikuti program ini, apakah ada yang ingin diimplementasikan di Indonesia		
Q4	今回の本邦研修を踏まえて、研修が行われるとしたら、どのようなテーマ、プログラムを期待しますか。 Setelah mengikuti program kali ini dengan berbagai kunjungan, apakah ada yang diharapkan jika dilakukan program kunjungan Jepang berikutnya. Tema program apa menurut Anda.		
Q5	今後のインドネシアの浸水対策におけるインフラ開発に対して、株式会社ヤマウのような日本の民間企業に期待することは何ですか。 Apa yang Anda harapkan dari perusahaan swasta Jepang seperti Yamau ini, terhadap pembangunan infrastruktur terkait penanganan banjir di Indonesia kedepan.		
Q6	最後に、今回の研修に対してご意見がありましたらご自由にご記入下さい。 Silahkan diberikan komentar bebas terkait program visiting kali ini.		

※5段階評価 1. 不十分、不適切 2. やや不十分、やや不適切 3. どちらともいえない(できるだけ“3”は避けてください) 4. まあ十分、まあ適切 5. 十分、適切

Penilaian 5 point yaitu: 1. Tidak cukup, Tidak Pantas; 2. Agak tidak cukup, Agak tidak pantas; 3. Tidak Tahu; 4. Cukup baik; 5. Baik

※3段階評価 1. 以前の関心と変わらない 2. 以前より関心が高まった 3. 以前より関心がとても高まった

Penilaian 3 point yaitu: 1. Tidak ada perubahan sebelumnya; 2. Dibanding sebelumnya, ada ketertarikan; 3. Dibanding sebelumnya sangat tertarik