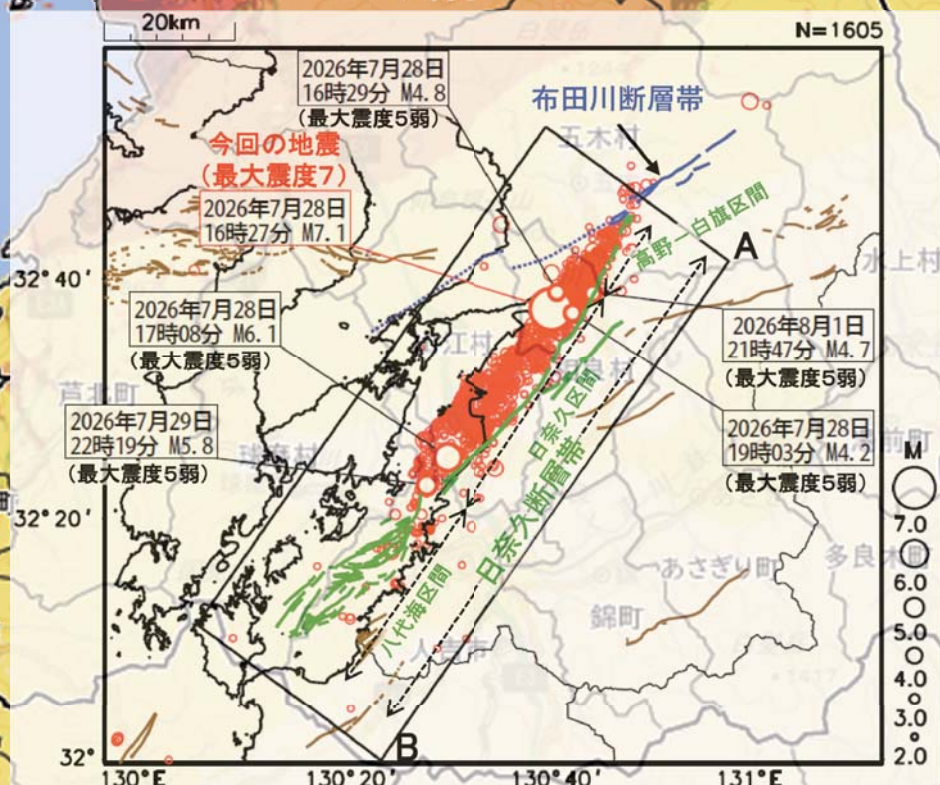


第21回 技術発表会 論文集

2026.11.13(金)
ホテル熊本テルサ
オンライン配信併用 (Zoom)

推計震度
分布図

7
6 強
6 弱
5 強
5 弱
4
× 震央



ご あ い さ つ

一般社団法人

熊本県測量設計コンサルタンツ協会

会 長 内 田 貴 士

若手技術者の資質の向上を図ることを目的として平成15年から開催しています「技術発表会」も第21回となりました。これまでに239名の技術者の方々が発表をされてきました。また、今年も多くの方々に参加いただくため対面方式とオンライン配信方式の併用という方式で開催することとしています。一方、今年は令和8年熊本地震が発生し開催するか否か悩みましたが、今回の発表者の皆さんや技術委員会建コン部会委員の熱意を踏まえ、開催することとしました。関係者の皆さまの御尽力に深く敬意を表します。

発表論文については、今年は技術論文、技術レポートとテーマを分けて募集し、6編（技術論文4、技術レポート2編）の応募がありました。7月28日の熊本地震災害業務など多忙な合間を縫って原稿を寄稿いただいた方々、そして各会社で御指導等された方々にも心から感謝申し上げます。

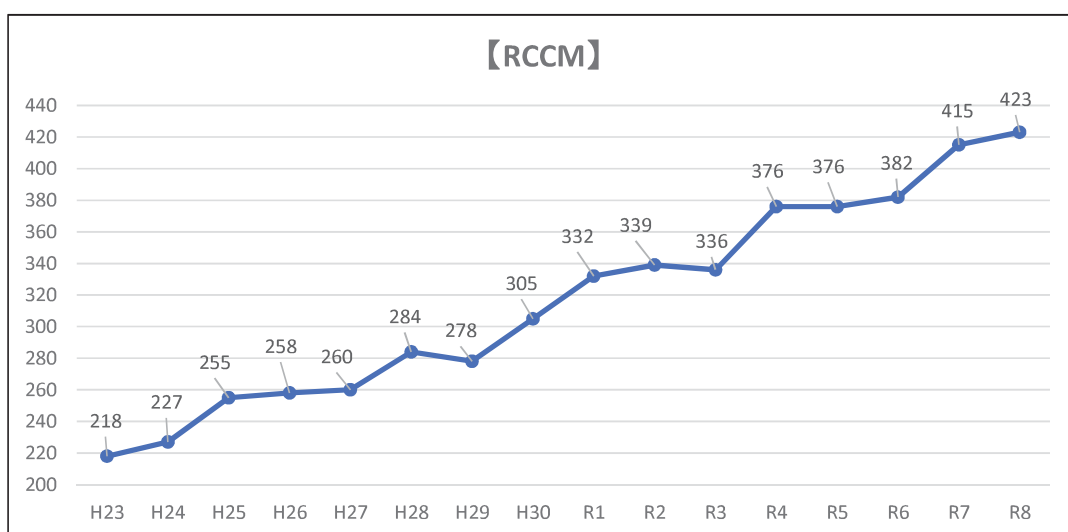
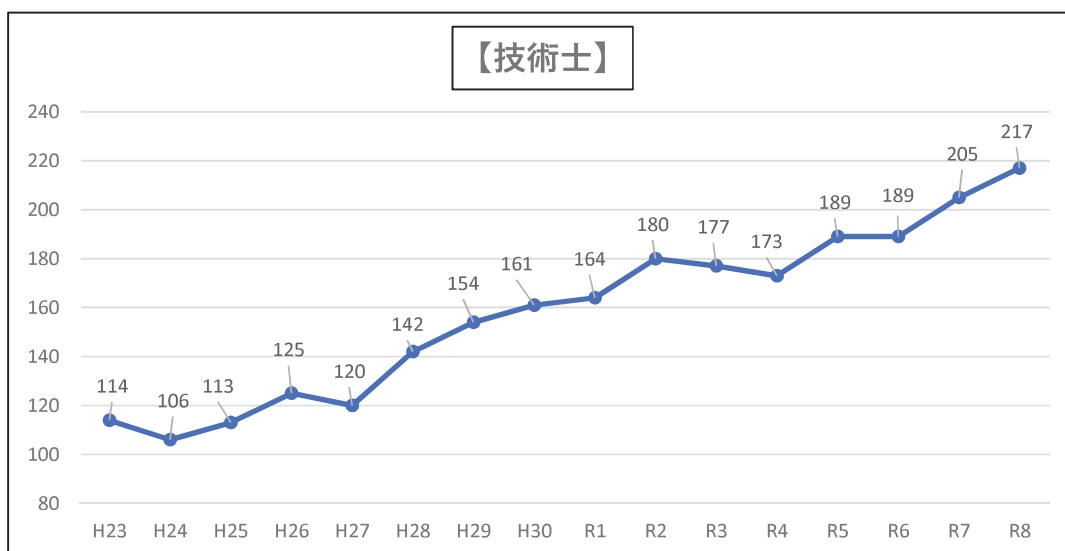
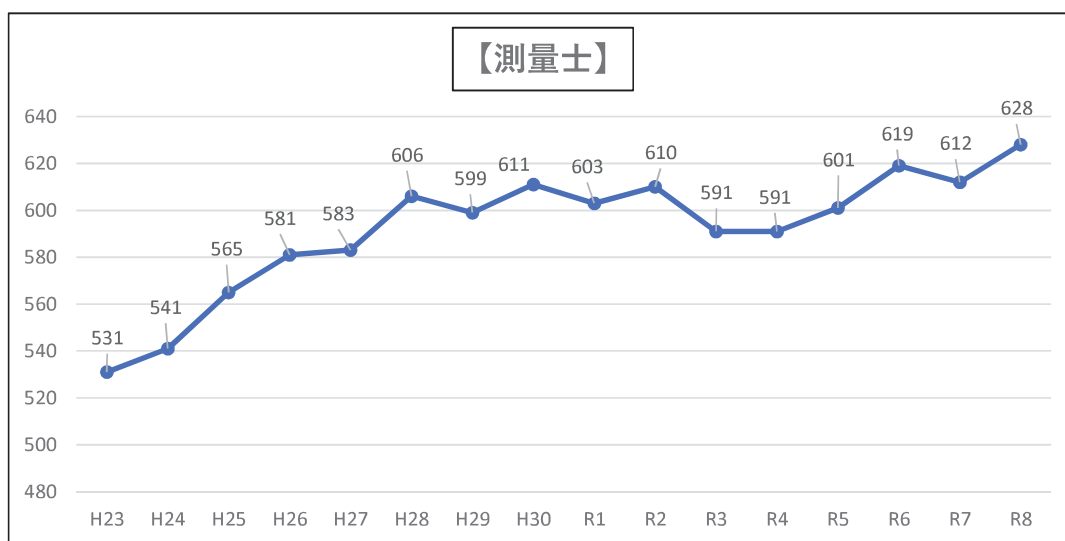
論文については、当協会技術顧問の熊本大学滝川清名誉教授をはじめ、田英幸技術委員会副委員長、アジアプランニング㈱の坂本氏、㈱ARRIAKEの徳山氏、㈱十八測量設計の出口氏、㈱水野建設コンサルタントの今蘭氏らの指導・助言の下2回の事前勉強会、個別指導が行われ、推敲が重ねられ十分な準備がなされたもので、どの論文も期待できるものとなっています。

恒例の基調講演は「令和8年熊本地震への対応」の演題で国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所長 和田賢哉氏、熊本県土木部部長 奥山和弘氏にお願いしています。頻発・激甚化する自然災害への対応が求められている私たち業界としては今回の地震への対応等を検証することは今後の糧となるものであり時機を得た有意義な講演になるものと考えています。

また、今年も、特別発表として平成30年から「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール」の認定を受け測量実習等企業連携による人材育成に取り組んでこられた熊本県立熊本工業高等学校土木科の生徒さん、令和5年度から熊本県立天草工業高等学校土木科の生徒さん、そして今年度から熊本県立玉名工業高等学校土木科の生徒さんの発表もなされます。このような取組みを通じて測量設計コンサルタント業への認知度向上と人材確保・育成に繋がっていくことを期待しています。

このように、論文等の発表、基調講演、特別発表といずれも有益な内容となっておりますので、今年も是非、多くの皆様方に御傾聴を賜りますとともに、有意義な発表会となることを心から祈念しています。

協会員全社の各資格者数推移



プログラム	時 間
1. 協会会長挨拶 内田 貴士 会長	10:00 ～ 10:05
2. 技術レポート（午前の部）	10:05 ～ 10:45
1. 複数の現場制約下における開水路の改修設計 尾方 大 (株)新興クリエイト	10:05 ～ 10:25
2. 阿蘇カルデラ地域の自然災害伝承碑について 森 菜々美 (株)建設プロジェクトセンター 春日 隆佑 " 竹田 宏司 "	10:25 ～ 10:45
3. 基調講演 「令和8年熊本地震への取組み」 国土交通省九州地方整備局 熊本河川国道事務所 所長 和田 賢哉 氏 熊本県土木部 部長 奥山 和弘 氏	10:50 ～ 12:10
～ 昼食・休憩 ～	12:10 ～ 13:00
4. 熊本県優良業務表彰紹介	13:00 ～ 13:10
5. 技術論文発表（午後の部）	13:10 ～ 14:30
3. 対話型AIを活用した河川災害復旧における基本図面作図の標準化と品質確保手法の提案 沼野 太志 (株)大平総合プラン	13:10 ～ 13:30
4. LiDAR SLAMを用いた橋梁舗装厚調査位置の特定 西山 綾 (株)興和測量設計	13:30 ～ 13:50
5. 熊本県球磨郡水上村陸上競技場整備について 時里 都姫 (株)水野建設コンサルタント	13:50 ～ 14:10
6. 水域機能の回復を目的とした排水池浚渫工事における測量手法の技術的工夫 高田 滯 (株)旭技研コンサルタント	14:10 ～ 14:30
～ 休 憩 ～	14:30 ～ 14:45
6. 特別発表 (1)「最新の測量技術を活用した構造物点検」 熊本県立天草工業高等学校土木科 (2)「測量コンサルタントによる測量実習の研修会について」 熊本県立玉名工業高等学校土木科 (3)「産学官連携と課題研究の取組み」 熊本県立熊本工業高等学校土木科	14:45 ～ 15:45
7. 講 評 滝川 清 熊本大学 名誉教授（協会技術顧問）	15:50 ～ 16:20
8. 閉 会 高宮 龍二 副会長	16:20
※ 発表時間 15分，質疑応答時間 5分とします。	

基調講演

「令和8年熊本地震への取組み」	5
和田 賢哉	国土交通省九州地方整備局 熊本河川国道事務所 所長
奥山 和弘	熊本県土木部 部長

特別発表

「最新の測量技術を活用した構造物点検」	6
	熊本県立天草工業高等学校土木科
「測量コンサルタントによる測量実習の研修会について」	
	熊本県立玉名工業高等学校土木科
「産学官連携と課題研究の取組み」	
	熊本県立熊本工業高等学校土木科

発表・技術論文

対話型AIを活用した河川災害復旧における基本図面作図の標準化と品質確保手法の提案	10
沼野 太志	(株) 太平総合プラン
LiDAR SLAMを用いた橋梁舗装厚調査位置の特定	14
西山 綾	(株) 興和測量設計
熊本県球磨郡水上村陸上競技場整備について	18
時里 都姫	(株) 水野建設コンサルタント
水域機能の回復を目的とした排水池浚渫工事における測量手法の技術的工夫	22
高田 滯	(株) 旭技研コンサルタント

発表・技術レポート

複数の現場制約下における開水路の改修設計	28
尾方 大	(株) 新興クリエイト
阿蘇カルデラ地域の自然災害伝承碑について	32
森 菜々美	(株) 建設プロジェクトセンター
春日 隆佑	〃
竹田 宏司	〃

参 考

論文作成基礎資料	38
技術発表会論文作成要領・例	40

【演題】

「令和 8 年熊本地震への取組み」

国土交通省九州地方整備局 熊本河川国道事務所

所長 和田 賢哉

熊本県土木部

部長 奥山 和弘

This image shows a full page of a document template designed for handwriting practice. It consists of approximately 20 evenly spaced, horizontal blue dashed lines extending across the entire width of the page. The background is plain white, providing a clear contrast for the lines. There are no margins, text, or other markings present.

【演題】

「最新の測量技術を活用した構造物点検」

熊本県立天草工業高等学校 土木科

【演題】

「測量コンサルタントによる測量実習の研修会について」

熊本県立玉名工業高等学校 土木科

【演題】

「産学官連携と課題研究の取組み」

熊本県立熊本工業高等学校 土木科

This image shows a full page of primary-ruled notebook paper. It features ten sets of horizontal lines across the page. Each set consists of a solid blue top line, a dashed blue middle line, and a solid blue bottom line, providing a guide for letter height and placement. The paper is otherwise blank, with no margins or additional markings.

発表・技術論文

対話型AIを活用した河川災害復旧における 基本図面作図の標準化と品質確保手法の提案

株式会社大平総合プラン 沼野 太志

豪雨災害が頻発する中、担い手不足に伴う災害復旧の品質確保と技術継承が喫緊の課題である。本研究では、熟練技術者の作図手順を対話型AIへ落とし込み、基本図面作図の標準化と災害復旧事例の活用による品質確保手法を提案した。検証の結果、製図担当者の自立作図と技術者の時間創出効果を示した。本手法は、技術者が現地適合の検討に専念できる環境を創出し、持続可能な技術継承に有用である。

キーワード；災害復旧業務，河川災害，技術継承，設計手順の標準化，DX，生成AI

1. はじめに

九州地方において豪雨・台風・地震災害が頻発する中、迅速な災害復旧と品質確保が喫緊の課題である。しかし、担い手不足に加え、災害査定を受けるまでの限られた時間の中で、対面指導や過年度災害復旧事例（以下「復旧事例」という。）の参照が難しく、品質のばらつきや属人化が生じていた。

そこで、本研究では、対話型生成AI（以下「AI」という。）を活用した河川災害復旧における基本図面の作図標準化と品質確保手法（以下「本手法」という。）を提案する。

本手法は、熟練技術者の作図手順をAIに参照させる作図支援や、復旧事例や会計検査指摘事項（以下「指摘事項」という。）に基づく手戻り防止機能を組み込むことで、製図担当者の自立作図と技術者の現地適合性検討への集中を実現するものである。業務における本手法の位置づけ、及び全体構成を図-1に示す。

2. 河川災害復旧における設計手順の標準化

本手法の適用には、まず基本図面作図の手順を標準化し、製図担当者が迷わず着手できる環境整備が必要である。そのため、従来熟練技術者の経験に依存していた判断要素を整理し、入力条件としてあらかじめ体系化しておくことが不可欠となる。

(1) 基本図面作図に向けた現場初期条件の体系化

各種技術基準を現地状況に応じて適用する熟練技術者の判断要素を整理し、設計初期段階で把握すべき5つの着眼点を「現場初期条件」として抽出・体系化した。項目を以下に示す。

a) 上下流護岸の状況とのり面勾配

原形復旧の可否や前後構造物とのり面勾配の連

続性を考慮し、適用すべき復旧工法を決定する。

b) 既設護岸の有無・被災水位との相関関係

既設護岸の有無や被災水位との高低差を把握し、技術基準に基づき復旧天端高を決定する。

c) 河床材料（土砂・岩盤の判別）

標準根入れ（1 m）や岩着判定（硬岩 30 cmなど）の適用条件に基づき、基礎の根入れ深さを決定する。

d) 上下流の既設小口止めの有無

既設構造物への接続方法や現地の被災状況を把握し、小口止工の配置やすり付け形状を決定する。

e) 被災延長、及び洗掘の有無

被災延長に応じた目地配置（10 m間隔）を決定するとともに、洗掘の有無から根固工の要否を判断し、設計不備や以降の工程における手戻りを防止する。

設計のスタート地点において、これらの現場初期条件を漏れなく収集・整理することにより、経験の浅い若手技術者や製図担当者であっても、熟練技術者と同等の検討材料を机上に並べられる。初期ガイドダンス項目における具体的な入力例と、それにより決定される設計要素の関係を表-1に示す。

(2) 段階的な設計手順の構築

実際の設計検討において手戻り防止と品質確保のため、これらの条件を適切な順序で処理し、図面を確定させていく設計の手順を標準化する必要がある。

そこで、本研究では、現場初期条件により決定した復旧工法や復旧天端高などの情報より、縦断・横断・平面を段階的に確定させる3段階の設計手順を構築した。本節で述べた一連の作図手順、及び対話型AIによる技術支援の全体像を図-2に示す。

a) 第一段階：縦断の検討と「直高」の確定

現場初期条件である「被災水位」や「河床材料」に基づき、護岸の天端高、及び基礎の根入れ深さを検討する。AIから提示される手順に沿って製図ソフト上に縦断計画線を配置・描画することで、技術基

準に適合した図面を作成する。この作図工程を経て、構造物の正確な直高を確定する。

b) 第二段階：横断の検討と現場制約の処理

第一段階で確定した直高に、現地固有の制約である用地取得の条件や既設勾配を組み合わせる。技術基準に基づく標準勾配の適用に加え、用地制約に応じた横断配置の選択肢（流水面積を優先した構造物の配置や急勾配への変更）や上下流との連続性を考慮した勾配調整を行う。これにより、標準化を進めつつも現場に即した柔軟な判断を両立させ、適切な横断配置を決定する。

c) 第三段階：平面図の完成

縦断、及び横断で確定した条件に基づき、平面図を作成する。上下流の構造物との滑らかなすり付け形状が確保されているかを確認し、最終的な平面位置関係を調整する。これにより、製図ソフト上で平面図を仕上げ、基本図面の一連の検討を完了する。

このように、図面の検討・作図順序に合わせて段階的に確定させる手順を構築したことにより、若手技術者や製図担当者であっても、標準的な基本図面を自立作図できる環境を整えた。一方で、標準化のみでは現場固有の条件への対応や設計不備の未然防止に限界があるため、熟練技術者の技術的知見の体系化が必要となる。

3. 技術的知見の体系化と設計不備の未然防止

前章で課題となった現場固有の判断や設計不備への対応を図るため、復旧事例や指摘事項を構造化し、参考事例や注意点をAIが即座に提示する仕組みを構築した。

これにより、若手技術者が自力で復旧事例を探す負担を解消し、必要な検討材料と注意喚起が手元に揃った状態で設計検討に着手できる環境を創出する。

なお、AIの回答生成においては、あらかじめ登録した支援資料のみを出力根拠として参照する制約を付与しており、根拠のない情報や事実と異なる回答の発生を構造的に防止している。

(1) 現地適合性の検討に向けた支援資料の体系化

標準的な設計では対応困難な現場固有の条件に対し、若手技術者が設計初期から適切な技術判断を下すためには、過去の技術的知見や設計不備事例を参照できる環境を整える必要がある。

そこで、設計手順の各段階で多角的な検証が行えるよう、復旧事例や技術基準、指摘事項を「3つの設計支援資料」として体系化した。具体的な構成を以下に示す。

a) 災害復旧事例データ（28項目、約17件）

復旧事例を現場初期条件に基づき整理し、天端高・根入れ深さなどの決定根拠を各種技術基準や現地判断と関連付けた資料である。決定根拠の容易な把握を可能とするほか、査定時の指摘事項や現場の反省点を記録・更新する枠組みを備え、誤った知見の排除と継続的なデータ精度の向上を図っている。

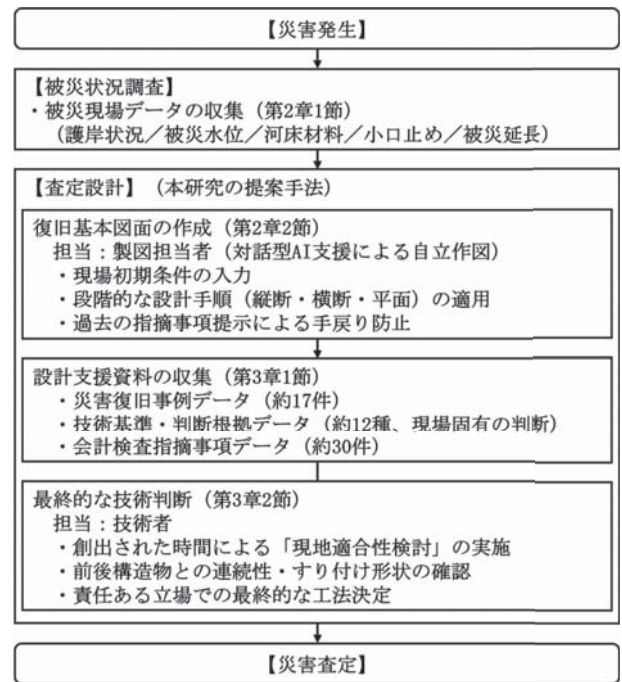


図-1 本手法の位置づけ、及び全体構成

表-1 初期ガイダンスにおける入力要素と設計要素

初期ガイダンス項目	入力する現場初期条件	決定される設計要素
a. 上下流護岸の状況	上流5分/下流3分	・復旧法面勾配 ・平面法線
b. 被災水位（D.H.W.L.）	既設護岸の天端高と同じ	・復旧天端高
c. 河床材料（土砂・岩盤）	土砂	・根入れ深さ ・基礎形式
d. 既存小口止めの有無	上流有 / 下流無	・小口止めの配置 ・すり付け
e. 被災延長・洗掘の有無	10m、洗掘無	・目地配置 ・根固工の要否

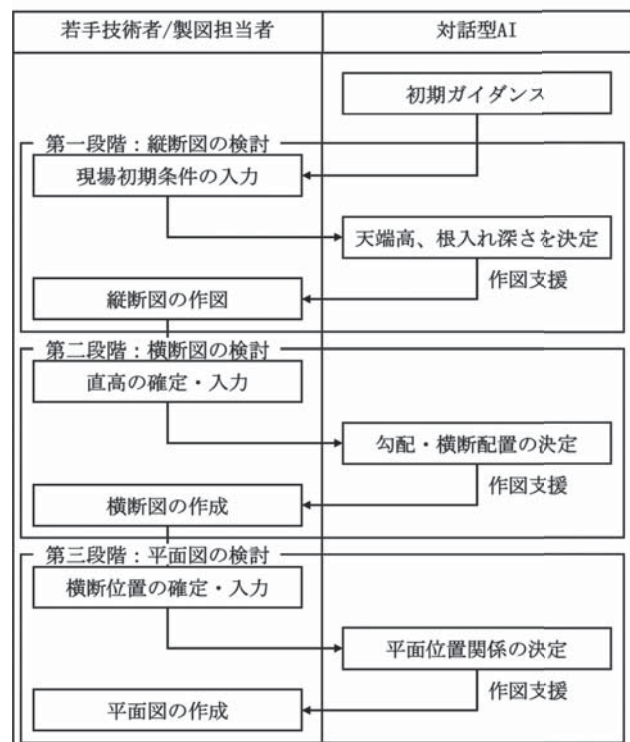


図-2 段階的な設計手順における作図、及び支援

b) 技術基準、及び判断根拠データ（約12種）

各種技術基準書や現場固有判断を独自の参照コード（識別記号）で体系化した一覧資料である。復旧事例データと参照コードにより紐付けることで、適用基準や判断根拠を容易に確認できる構成とした。

c) 会計検査指摘事項データ（約30件）

根入れ深さ不足など、過去に会計検査で指摘を受けた設計不備の事例を工種別に整理した資料である。検討段階における設計不備の事前注意喚起機能を担う。

(2) 現場固有の判断の共有

技術基準のみでは対応困難な現場条件に対する熟練技術者の判断を体系化し、AI対話に組み込んだ。代表事例を以下に示す。

a) 河川幅員制約と根入れ確保の両立

河川幅員が狭く、標準根入れ（1 m）確保のための掘削が対岸の既設護岸へ干渉する現場条件である。この課題に対し、足元を補強する根固工を併用することで、根入れ深さを抑えつつ構造物の安定と洗掘防止を両立させる設計である。

b) 上下流の不連続勾配におけるすり付け形状

前後の既設護岸勾配が異なり、標準勾配の一律適用では接続部ののり面に急激な変化（折れや段差）が生じる現場条件である。この課題に対し、被災延長内でなだらかに変化させる移行区間を設けることで、のり面の連続性と構造・景観上の調和を図る設計である。

このように、技術基準のみでは対応できない熟練技術者の判断を体系化して組み込むことで、現場条件に応じた適切な判断を組織的に共有・継承することを可能とした。あわせて、指摘事項に基づく手戻り防止機能の組み込みを行った。

c) 指摘事項の抽出・提示（事前注意喚起）

設計の初期段階において設計不備を未然に防ぐため、決定した復旧工法や過去の指摘事項を即座に照合し、該当する注意喚起を行う手順を構築した。

具体的には、ブロック積の直高に対し適用限界高を上回る値を入力した場合や、根固工を検討する際に、不備の可能性が即座に注意喚起され、関連する過去の指摘事項が提示される仕組みである。

これにより、常時対面指導を行えない環境下でも過去の不備を繰り返さず、手戻りを未然防止する体制を確立した。

4. 検証結果と品質確保の検証

本章では、実際の被災現場を用いた作図検証を通じ、本手法の検証方法、適用結果及び品質確保への効果を示す。

(1) 検証方法

本検証では、製図担当者がAIとの対話で基本図面を作図する実現性を評価するとともに、本手法の基本動作、及び業務改善効果の客観的な評価を行った。

検証対象者には、製図ソフト操作や基本的土木用語は習得済みだが設計経験のない製図担当者1名を選定した。被災現場は、再現性を検証するため、原形復旧で対応可能な山間部河川3箇所を選定した。

これらの体制及び条件のもと、次節に示す手順で作図検証を進めた。

(2) 作図検証結果と技術支援効果

作図検証の結果、検証対象の3現場すべてにおいて技術基準に適合する基本図面の作図を完了し、本手法の優れた再現性を確認した。

AIから提示される具体的な技術指示の例を図-3に示す。AIは入力された現場初期条件に基づき、天端高の決定や根入れ深さの算定手順を明確な作図指示として提示する。

製図担当者がこれらの指示に基づき描画した基本図面の検証結果を図-4に示す。図-3に示した縦断検討の指示内容（点Aと点Bを直線補間するなど）は、図-4中の引出線と直接対応している。同様に横断図・平面図においても対話指示に基づき作図を行っており、図中の着色された計画線はAI指示に従い製図担当者が描画した計画線である。

製図担当者は、提示される明確な手順に従うだけで躊躇なく基本図面を配置できた。作成された図面は技術基準に概ね適合しており、若手技術者が設計検討へ移行するための「設計のスタートライン」として適切に機能することが確認され、本手法の実用性が立証された。

なお、一部で判定ルールとの軽微な不整合による手戻りが生じたが、AIの判定基準の微調整で解決可能な範疇と判断した。

このように、製図担当者による自立作図が実現したことで、若手技術者の作図作業負担が大幅に軽減された。検証における従来手法と本手法の比較を表-2に示す。

(3) 品質確保及び技術継承における効果

製図担当者による作図作業の自立化が、技術者の本来業務へ与える影響を検証するため、若手技術者の業務内容、及び役割の変化について評価を行った。

従来、若手技術者は製図担当者への指示に必要な事前準備や調整に多大な時間を要するため、自ら作図した方が早いと判断し、作図作業全体を抱え込んでしまう課題があった。

本手法により事前準備から作図指示までの手順が標準化されたことで、基本図面に加え、その決定根拠や熟練技術者の技術的知見があらかじめ揃った状態で設計検討に着手できる環境が整った。

これにより、若手技術者は実践的判断力を養う時間の確保が可能となり、「作図指導・修正」から「高度な技術判断」へと役割が転換し、作成された基本図面を基に「現地適合性の検討」という本質的な設計検討へ即座に移行することが出来た。

5. 今後の課題

本検証により、製図担当者による自立的な作図と、技術者が現地適合性の検討に専念できる環境の有効性が確認された。

一方で、実業務への定着に向けては、判定精度、及び管理体制に関する課題が整理された。今後の課題を以下に示す。

(1) 判定ルールの精度向上

作図工程における手戻りを防止するため、各検討段階において技術者が技術基準に基づき、AIの判定条件を再設定して、処理の精度向上を図る。

(2) 技術的知見データの拡充

本研究で構築した災害復旧事例データ（17件）は手法の有効性を確認するための初期データにとどまるため、多様な地域特性や現場条件へ対応するには、復旧事例の継続的な追加蓄積と体系化が不可欠である。

今後は、対象工種や特殊地形等のデータ拡充を図り技術的知見の網羅性を高めるとともに、査定結果や現場の反省点を反映したデータの精査・更新プロセスを定着させ、誤った情報の蓄積を防ぐデータ管理体制を構築する必要がある。

(3) 品質管理体制の整備と技術判断能力の維持

若手技術者が支援機能へ過度に依存し、技術判断力を低下させるリスクを防止することが重要である。そのため、設計の重要段階において熟練技術者が確実に照査を行う管理体系を整備し、組織的な品質確保と健全な技術継承の両立を図る必要がある。

これらの課題解決を図ることにより、本手法の現場定着と持続可能な技術継承の確立を目指す。

6. おわりに

本研究では、河川災害復旧業務の迅速化と品質確保を目的に、熟練技術者の作図手順に加え、復旧事例や会計検査指摘事項に基づく手戻り防止機能を対話型AIへ組み込んだ基本図面作図の標準化及び品質確保手法を提案した。

被災現場を用いた検証の結果、製図担当者であってもAIの提示する明確な手順に従うことで、一定水準の基本図面を自立作図できることを確認した。これにより、若手技術者が「現地適合性の検討」という本来業務に集中できる環境を創出できる点において、本手法の有効性を実証した。

今後は、河川災害に留まらず対象工種を拡大するとともに、現場定着に向けた本手法の高度化を図るとともに、業界の技術者不足に対応する実用的な品質確保手法としての確立を目指す。

参考文献：

- 1) 全日本建設技術協会：令和7年災害手帳，令和7年7月
- 2) 国土交通省：美しい山河を守る災害復旧基本方針，平成30年6月

①製図担当者の入力	②対話型AIによる作図指示
【入力項目】 ・既設護岸勾配 上流5分 / 下流3分 ・被災水位との相関関係 上下流より低い ・河床材料 砂 ・既存小口止め 上流有 / 下流無 ・洗掘の有無 なし 【製図担当者】 現地条件を入力しました。 作図手順を提示してください。	【縦断検討】 (手順1) 天端高の決定手順 対象図面：縦断図 接続ポイントの特定：被災上流端における既設護岸天端の標高（点A）と、被災下流端における既設護岸天端の標高（点B）を縦断図上でプロットしてください。 計画天端線の作図：プロットした「点A」と「点B」を、直線で結び（直線補間）、そのラインを今回の「計画天端高（計画天端線）」として確定させます。 (手順2) 根入れ深さの算定 対象図面：縦断図および横断図 最深河床高の評価高の決定：洗掘がないため、復旧範囲における「現況最深河床高」を特定し、その点を「最深河床高の評価高」としてプロットしてください。 基礎線の作図：計画天端線の勾配をそのまま複写し、「最深河床高の評価高」の点を通るように配置します。河床材料が砂であるため、そこからさらに垂直に1.0m引き下げたラインを「基礎工天端高」として作図してください。※計画天端線と基礎工天端線は平行になります。 (手順3)・・・ 先人の判断基準 今回の現場条件に類似する過去の設計事例：1件 検出（現場ID：DIS001） 【重要】上記で検出された過去事例の詳細（具体的な決定根拠、採用された工法の詳細、および技術的知見の検証結果）を確認したい場合は、チャットに『事例の詳細を表示』または『現場ID：DIS001の詳細を表示』と入力してください。 【次のアクション指示】 作図後、確定した【直高(H)】を入力してください。

図-3 対話型AIによる作図指示例

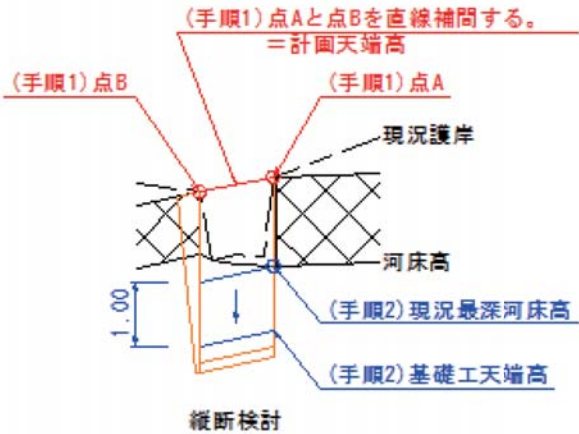


図-4 AI支援による自立作図結果

表-2 検証における従来手法と本手法の比較

評価項目	従来手法	提案手法	改善効果
若手技術者の事前調整	30分/現場	0分/現場	準備作業の全廃
作図の手戻り回数	2回/現場	1回/現場	手戻り半減
製図担当者の状態	指示を受けて作図	自立作図	指示待ち時間の解消
若手技術者の役割	作図指示・準備	現地適合の検討	本来業務への特化

LiDAR SLAMを用いた橋梁舗装厚調査位置の特定

株式会社興和測量設計 設計部 西山 綾

近年、橋梁維持管理におけるデジタル技術の活用が進んでいる。本稿では、LiDAR SLAMによる三次元点群計測を活用し、拡幅履歴のある橋梁の現況形状（継手位置）を把握することで、舗装厚調査位置の特定を効率化した事例について報告する。

キーワード； LiDAR SLAM, 三次元点群計測, 橋梁維持管理, 舗装厚調査

1. はじめに

本調査の対象橋梁は、昭和54年頃に車道部の拡幅が行われている橋梁である。しかし、橋面上には**写真-1**に示すオーバーレイ舗装が施工されており、橋梁部と一般部舗装との継手や現況形状を目視により明確に確認することが困難な状況であった。また、調査対象箇所は交通量が多く、車両走行速度も高いことから、現地作業においては安全性の確保と交通への影響低減が求められた。さらに、桁下は**写真-2**に示すとおり堆積物や滞水が存在する狭隘で厳しい作業条件となっていた。

このような現場条件の中で、**写真-3**に示す既設部と拡幅部の継手位置を橋面上において特定し、適切な位置で舗装厚調査を実施する必要があった。しかし、点検時に作成された**図-1**のような簡易的な一般図では現況形状を十分に把握することができず、橋面上からは継手位置を確認できないため、既設部と拡幅部の位置関係を正確に把握することが課題となった。加えて、桁下で確認した継手位置を橋面上へ正確に反映するとともに、交通規制時間を最小限に抑えながら効率的に舗装厚調査を行う必要があった。

そこで本調査では、橋面上と桁下の位置関係を三次元的に把握し、既設部と拡幅部の継手位置を正確かつ効率的に特定することを目的として、LiDAR SLAMを用いた三次元点群計測を採用した。LiDAR SLAMにより取得した三次元点群データを活用することで、橋面上と桁下の空間を一体的に把握し、継手位置を橋面上へ正確に反映することが可能となる。また、短時間で広範囲の計測が可能であるため、安全性の向上と交通への影響低減を図りながら、舗装厚調査位置の特定に必要な情報を効率的に取得できると考えた。

そこで本稿では、LiDAR SLAMを用いた三次元点群計測を活用し、橋梁の舗装厚調査位置の特定を行った事例について報告する。



写真-1 オーバーレイ舗装された橋面



写真-2 狭隘な桁下



写真-3 既設部と拡幅部の継手位置

2. 舗装厚調査位置特定手法の比較検討

(1) 舗装厚調査位置特定の検討条件

拡幅履歴のある橋梁において、既設部及び拡幅部の舗装厚並びに防水層の健全度を効率的に把握するためには、既設部と拡幅部の境界位置を正確に特定し、適切な位置で舗装厚調査を実施する必要がある。そこで調査位置の特定に求められる精度、安全性及び作業効率を検討条件とし、各調査手法の比較検討を実施した。

1) トータルステーションによる測量

ミリメートル単位の高精度な位置特定が可能であり、一般的な測量技術者による対応が可能である。また、遠方からターゲットを観測して橋面上へ位置を投影する方法も理論上は可能である。一方で、対象橋梁の桁下空間は狭隘で作業環境が厳しく、現況形状の把握には困難と想定された。また、路面標示など橋梁全体の状況を確認するには橋面上での作業も必要となるため、交通下での安全確保が課題となった。

2) 巻尺等による位置出し

巻尺やスケールを用いた手法は、特別な機器を必要とせず、容易に実施できる利点がある。一方で、対象橋梁の桁下での作業環境は、計測時に位置誤差が生じる可能性がある。さらに、橋面上での位置出し作業には一定の時間を要することから、交通への影響及び作業員の安全確保が課題となった。

3) LiDAR SLAMによる三次元計測

現況形状や路面標示、橋梁部と道路部との位置関係など、橋梁全体の状況を面的に把握することが可能であり、後処理により任意位置での確認にも対応できる。また、橋面上と桁下の空間を短時間で一体的に取得することから、安全性及び作業効率の向上が期待できる。一方で、計測精度はセンチメートル級であり、ミリメートル級の精度を有するトータルステーションには及ばないことから、精度面では課題が残った。

(2) 比較検討決定

舗装厚調査における試掘範囲は10cm×10cm程度であることから、位置特定に求められる条件を考慮すると、LiDAR SLAMによるセンチメートル級の計測精度で十分に適用可能であると判断した。さらに、短時間で現況形状を効率的に把握できること、安全性の向上及び交通影響の低減が図れることを踏まえ、本調査ではLiDAR SLAMによる三次元計測手法を採用した。

3. LiDAR SLAMによる三次元点群計測

(1) 調査機器の概要

本調査では、LiDAR SLAM方式レーザスキャナである「Hovermap ST-X」写真-4を用いて三次元点群計測を実施した。

Hovermap ST-Xは、GNSS信号が取得困難な環境下においても高密度な三次元点群データを効率的に取得することが可能である。また、橋梁桁下空間や構造物近接部など、従来の定置式レーザスキャナ等の運用が困難な環境においても柔軟な計測が行える特徴を有する。

(2) 計測計画及び実施方法

対象橋梁周辺には、コンクリート面の凹凸、添架物やガードレール、周辺建物及び看板など、特徴点が多数存在していた。一方で、LiDAR SLAMによる計測ではループ閉合が重要となることから、より明瞭な特徴点を確保するため、反射物（専用ターゲット板）を設置した。また、橋面上の計測は交通規制を伴わない計画としたが、写真-5のように計測者が車道を横断する必要があったため、交通監視員を配置し、安全管理の下で計測を実施した。

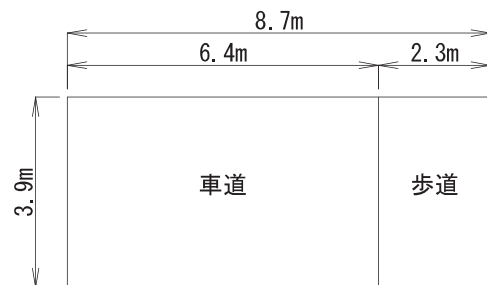


図-1 点検資料における橋梁一般図



写真-4 Hovermap ST-X



写真-5 橋面上の計測状況

(3) 社屋を用いた位置特定精度の検証

本手法を実現場へ適用するに当たり、事前に当社社屋において位置特定に関する適用性検証を実施した。

LiDAR SLAMを用いた位置特定手法は、異なる高さにある空間同士の位置関係を把握する点で、複数階を有する建物の空間計測と類似していることから、**図-2**に示すように社屋の1階から2階を対象として三次元点群計測を行った。

検証では、壁や柱など位置の特定が容易な構造物を基準とし、まず**写真-6**に示すように1階で設定した基準位置を点群データ上で確認した。その後、当該位置を点群データ上で2階へ投影し、壁や柱との位置関係から投影位置の整合性を検証した。その結果、**写真-7**に示すように約2cm程度の精度で位置を特定できることが確認された。これにより、本手法は異なる高さにある空間においても位置情報を適切に展開できることが示され、橋梁桁下と橋面との位置関係を把握する手法として適用可能であると判断した。

4. 三次元点群計測による舗装厚調査位置の特定

LiDAR SLAM の計測に当たり、桁下空間及び橋面上において計測開始地点と終了地点を一致させる周回ルートを設定し、三次元点群計測を実施した。取得したデータは現地で専用ソフトウェアを用いて処理を行った。

処理後の点群データを解析した結果、**写真-8**に示すように橋面と桁下の位置関係をはじめ、橋梁形状、路面標示及び周辺状況を三次元的に把握することができた。さらに、取得した点群データを用いて、**写真-9**に示す既設部と拡幅部の継手位置を橋面上へ展開し、**写真-10**のとおりに舗装厚調査位置を特定した。

その後、特定した位置において舗装厚調査を実施した結果、**写真-11**及び**写真-12**に示すように既設部と拡幅部の継手位置を適切に捉えることができた。これにより、既設部及び拡幅部それぞれの舗装構成や防水層の状況を把握することができた。

また、LiDAR SLAM による三次元点群計測では、橋面上及び桁下空間を短時間で一体的に取得できたことから、現況形状や周辺条件を確認し、効率的に位置出しを行えた。さらに、交通量の多い条件下においても交通への影響なく調査を実施でき、作業員の安全確保にも有効であった。

以上より、LiDAR SLAM による三次元点群計測は、橋面と桁下の位置関係の把握、既設部と拡幅部の継手位置の特定及び舗装厚調査位置の設定に有効であり、調査の効率化並びに安全性の向上に寄与することを確認した。

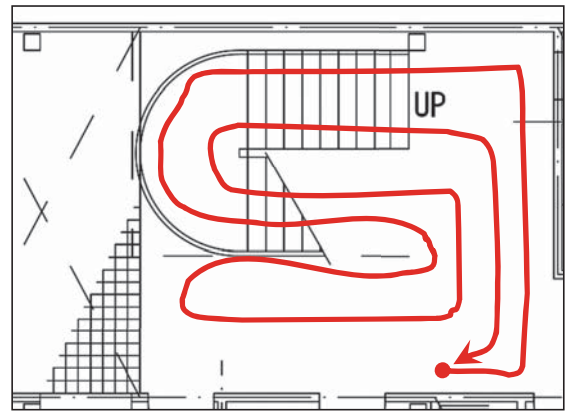


図-2 社屋での検証ルート

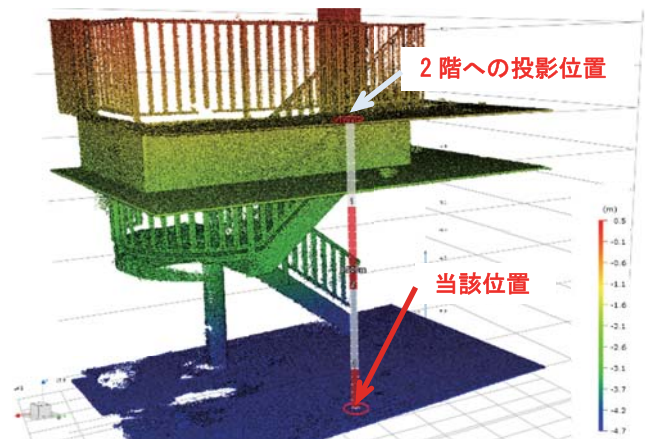


写真-6 社屋内の点群データ

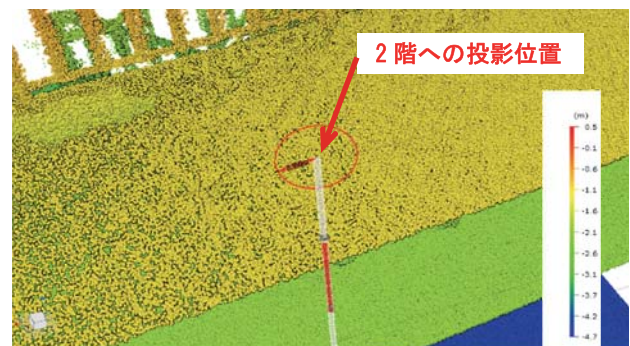


写真-7 2階への投影位置



写真-8 橋梁形状、路面標示及び周辺

5. おわりに

本調査では、橋面上における既設部と拡幅部の継手位置を把握し、舗装厚調査位置を特定することを目的として、LiDAR SLAMを用いた三次元点群計測を実施した。その結果、橋面上と桁下の位置関係を三次元的に把握することで、既設部と拡幅部の継手位置を効率的に確認し、舗装厚調査位置を特定することができた。

また、交通量が多く車両速度の高い現場条件や、狭隘で作業環境の厳しい桁下空間においても、短時間で橋梁全体の三次元点群を取得することができた。その結果、既設部と拡幅部の継手位置を特定し、舗装厚調査を必要最小限の箇所で実施できたことから、交通規制時間の短縮を図ることができた。さらに、路面標示位置を考慮した調査位置の設定により、路面標示をさけて舗装厚調査を実施できた。加えて、取得した点群データは舗装厚調査位置の特定だけでなく、現況形状の把握にも活用可能であり、橋梁維持管理業務における有効性を確認した。

一方で、専用機材や解析ソフトウェアの導入・運用コスト、データ処理を行う技術者の確保、計測環境による精度への影響などの課題も認められた。今後は、従来手法との作業効率、安全性及びコスト面での比較検討を行うとともに、適用事例の蓄積を通じて、本手法の有効性及び適用条件について更なる検証を進めていきたい。また、LiDAR SLAMは土木構造物の維持管理分野に加え、樹木の幹径における調査やトンネル等の地下空間計測等にも活用でき、今後の技術発展と適用範囲の更なる拡大が期待される。

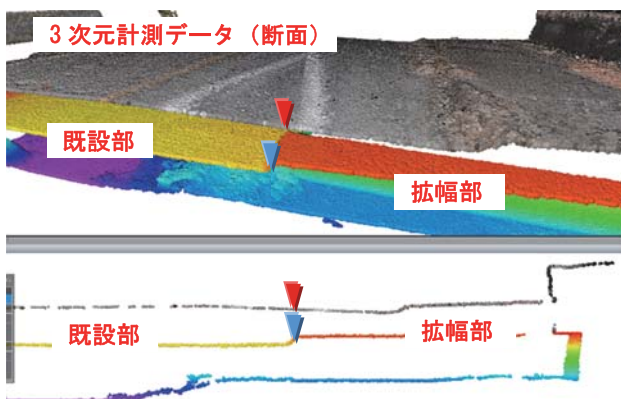


写真-9 既設部と拡幅部の継手位置



写真-10 舗装厚調査位置特定状況



写真-11 舗装厚調査状況



写真-12 舗装厚調査結果の状況（写真-11拡大図）

参考文献

- 1) 国土交通省：橋梁定期点検要領，令和6年3月
- 2) Emesent Pty Ltd.: Hovermap ST-X Product Specification and Technical Documentation.
- 3) 土木学会：3次元計測技術を用いたインフラ維持管理のためのガイドライン。

熊本県球磨郡水上村陸上競技場整備について

株式会社水野建設コンサルタント 設計部 時里 都姫

本業務は、熊本県球磨郡水上村に第3種公認陸上競技場を新設するものである。計画地には約13 mの高低差があり、造成高及び擁壁形式の検討が必要であった。また、軟弱地盤が確認されたことから地盤改良について検討を行った。施設配置については、既存施設との連携を考慮し、施設利用を踏まえた配置計画を行った。本稿では、これらの条件に対応した造成計画から施設配置までの計画・設計について報告する。

キーワード：スポーツ合宿の郷づくり、用地制約、地盤改良、施設配置、陸上競技場整備

1. はじめに

熊本県球磨郡水上村では、人口減少や少子高齢化への対応として「スポーツ合宿の郷づくり」を推進し、水上スカイヴィレッジを中心とした合宿の受入れや、大学・民間企業と連携した地域振興に取り組んでいる。図-1 に示すように、村では高地トレーニング、平地トレーニング、スポーツサイエンス及びリカバリーの各機能を配置し、スポーツ合宿の受入環境を整備している。

水上スカイヴィレッジは高地トレーニング施設として利用されている一方、公認競技会や記録会を開催できる平地競技場がなく、合宿地としての機能を十分に発揮できていない状況にある。このため、日本陸上競技連盟公認基準を満たし、合宿利用に加えて各種競技会や多目的利用に対応できる陸上競技場を整備することとなった。

本件では、旧湯山小学校跡地と周辺水田約 4.6 ha を対象に、造成計画及び競技場施設設計を実施した。

2. 計画概要及び設計条件

(1) 計画概要

本計画は、熊本県球磨郡水上村において、公認陸上競技場を整備するものである。村が求める競技場の条件は、県大会や記録会の開催への対応、合宿利用に対応した競技環境の整備、約500 人の観客施設の確保及び日本陸上競技連盟の公認取得であった。

一方、計画地は開発区域内の用地であり、第1種及び第2種公認陸上競技場に必要となる補助競技場や5000人以上の観客施設などの施設規模を確保することが困難であった。以上の条件を踏まえ、本計画では第3種公認陸上競技場として整備する方針とした。

(2) 設計条件

第3種公認陸上競技場として、競技施設には 400 mトラック 8 レーン、全天候型走路、跳躍・投てき施設及び人工芝又は天然芝のインフィールドが必要

となる。また、管理運営施設には、観客施設、用器具庫、更衣室等の施設が必要となる。

本計画では、約4.6 ha の計画区域のうち、スポーツサイエンスセンターを除く区域内に、第3種公認陸上競技場として必要となる施設を配置することを設計条件とした。また、既設プールは競技場の防火施設として活用するため存置することとし、既設村道からの進入及びスポーツサイエンスセンターとの接続を考慮して施設を配置する必要があった。

(3) 現況地形

計画地は、水田及び旧湯山小学校跡地から構成されている。図-2 に示すように、計画区域の中央部から西側に水田、東側にスポーツサイエンスセンターが位置し、水田とスポーツサイエンスセンターとの間には約13 mの高低差がある。



図-1 計画位置図



図-2 計画箇所現況図

3. 計画・設計における主要課題

(1) 用地制約を踏まえた施設配置

計画では、第3種公認陸上競技場に加え、一般車両駐車場、大型車両駐車場、クラブハウス、倉庫、観客施設及びグラウンドゴルフ場の整備が求められた。このうち、一般車両駐車場は100台以上、大型車両が駐車可能なスペースを確保するとともに、グラウンドゴルフ場は8コースを確保することが条件であった。これらの施設を限られた計画区域内に収める必要があり、施設規模や位置関係を考慮した配置計画が求められた。

さらに、図-3に示すように西側境界部では計画する造成高によって10m以上の高低差が生じる地形となっていた。また、施工時においても施工範囲を用地境界内に収める必要があることから、のり面による高低差処理は困難であった。このため、施設用地を確保するとともに、施工範囲を用地境界内に収める高低差処理が課題となった。

(2) 造成計画及び地盤条件への対応

現況地盤の地質調査の結果、平均約1.4mの軟弱粘性土(Ac層)が確認された。図-4に示すように、計画地では地表付近にAc層が分布しており、「屋外スポーツ施設の建設指針」では、CBRが3未満の場合または施工機械のトラフィカビリティの確保が困難な場合には、CBRを3以上とする地盤改良が必要とされている。このため、競技施設の基盤として必要な支持力を確保するとともに、施工機械のトラフィカビリティを確保する必要があった。

また、図-5に示すように、計画地である水田とスポーツサイエンスセンター計画地との間には約13mの高低差があるため、造成高の設定によって搬入土量及び概算工事費が変化する条件であった。

さらに、造成高は既設村道からの進入、スポーツサイエンスセンターとの高低差及び駐車可能台数にも関係することから、土工量及び事業費のみで造成高を設定することはできず、施設利用を含めた造成計画が必要であった。

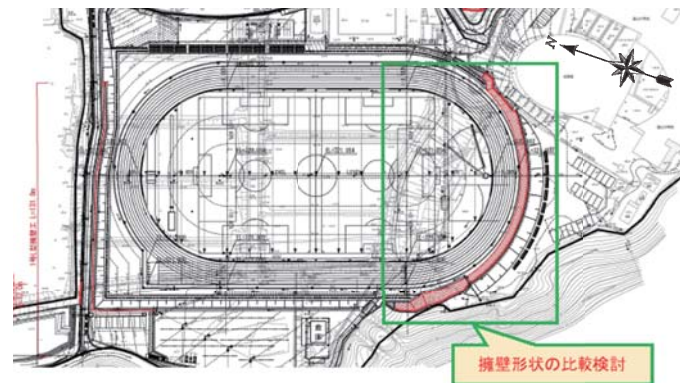


図-3 擁壁検討箇所



図-5 現況地形

時代	地層名	地層記号	土質名・岩石名	区分	N値範囲 (平均N値)	観察記事	分布深度(m)				ボーリングコア写真
							Bor. No. 1	Bor. No. 2	Bor. No. 3	Bor. No. 4	
新生代・第四紀	表土	S	表土	粘性土 砂質土	-	田んぼ、グラウンドの表土	0.0~0.3	0.0~0.2	0.0~0.6	0.0~0.3	
	沖積粘性土	Ac	シルト 砂混じりシルト	粘性土	0~2 (1)	黒褐色の有機質シルト層。全体に砂を混入する(砂分混入率=22%)。含水多軟らかい。自然含水比 Wn=173.6%, pH=5.6	0.3~1.45	0.2~2.7	-	-	
	土石流堆積物	df-s	シルト混じり砂 礫混りシルト質砂	砂質土 (玉石混)	4~18 (12)	相対密度が中位~やや緩いまさ土。細粒分をわずかに含む。φ10mm未満の細礫を少量混入。一部に玉石を混入する。	-	-	0.6~6.5	0.3~6.0	
		df-g	砂礫、玉石 玉石混じり砂礫	玉石・礫質土	20~50 (41)	未風化で硬い玉石を多く含む砂礫層。玉石はL=8~40cmの短柱状コアで採取。地盤中には、φ10~120cmの玉石が混在すると想定される。玉石の岩種は花崗岩、砂岩、珪岩。	1.45~5.0	2.7~8.0	-	6.0~10.0	
中生代白亜紀	四万十果層	Ssh	砂質頁岩	軟岩	35~150 (74)	風化、変質が著しい砂質頁岩。岩質は脆い。割れ目は密着しているが、礫間は分離して空隙あり。		-	6.5~12.0	-	

※地層記号は以下の通り。

S : surface soil [表土] A : alluvium [沖積層] df : debris flow deposit [土石流堆積物] Ssh : sand shale [砂質頁岩]
c : clay [粘土] s : sand [砂] g : gravel [礫]

図-4 地層区分と各地層の概要

4. 計画・設計の比較検討

(1) 施設配置・擁壁形式の比較検討

施設配置の検討では、一般車両駐車場 100 台以上の確保、大型車両駐車場の確保およびグラウンドゴルフ場の整備に対応するため、計 14 案について比較検討を行った。施設の配置、既設村道からの進入、駐車可能台数及びスポーツサイエンスセンターとの接続を確認し、計画条件の変更に応じて施設配置の見直しを行った。その結果、図-6 に示すように、既設村道と同じ高さで競技場へ進入可能であり、既設村道との接続箇所を複数確保するとともに、駐車可能台数 141 台を確保できる施設配置を採用した。

また、競技場とスポーツサイエンスセンターとの間に生じる高低差については、造成により高低差を解消するのではなく、高低差を利用したランニング走路を配置した。造成高を上げる場合、造成費が増加するとともに、のり面等の設置により施設として利用できる範囲が減少する。このため、高低差を残してランニング走路として利用することで、トレーニング空間を確保し、競技場とスポーツサイエンスセンターを接続する計画とした。

採用した施設配置では、西側傾斜地において擁壁高さが 10 m 以上となった。施工中においても施工影響を開発区域内に収める必要があることから、開発区域内で施工可能な擁壁形式を選定条件とした。このため、表-1 に示すように、大型ブロック積擁壁、重力式擁壁及び逆 T 型擁壁の 3 形式について、施工影響及び掘削面積を比較した。

このうち大型ブロック積擁壁は、施工範囲を開発区域内に収めることが可能であった。一方、重力式擁壁および逆 T 型擁壁では、擁壁本体に加えて施工に必要となる範囲が開発区域外に及ぶ結果となった。このため、大型ブロック積擁壁を採用した。

(2) 造成計画の比較検討

地盤改良については、安定処理工及び良質土置換工の 2 工法について表-2 のように比較検討を行った。良質土置換工では、市房ダム浚渫工事により発生する土砂を置換材として流用する計画とした。市房ダム浚渫土を利用することで、購入土を使用する場合と比較して材料費を抑制できることに加え、市房ダムが計画地の近隣に位置することから、運搬費についても抑制できる。安定処理工との経済性を比較した結果、良質土置換工を採用した。



図-6 施設配置計画

表-1 擁壁工比較表

工法	①大型ブロック積擁壁	②重力式擁壁	③逆T型擁壁
概要図			
境界影響幅	○	×	×
掘削面積	45.8m ²	105.6m ²	106.7m ²
評価	○	△	△

表-2 対策工比較表

比較案	【第一案】 安定処理工	【第二案】 良質土置換工
工法概要	土壌改良により軟弱地盤の強度を発現	軟弱地盤度を近傍のダム浚渫工事により発生した土砂に置換える
比較条件	改良対象層：Ac層 平均改良厚 H=1.4m	
工種	安定処理工法 (バックホウ混合・生石灰 (添加量：40kg/m ³))	掘削土・路体盛土・土砂等運搬・整地
経済性 (直工・延長 L=10.0m 当り)	3,192,000円 (比率：1.2)	2,590,000円 (比率：1.0)
評価		○ 土木工事発生土の流用があり、経済性においても優位となるため採用

造成高は、図-7に示すように①背後地(村道)高さ案、②既設小学校グラウンド高さ案、③既設小学校グラウンド5.0m低位置案の3案について比較検討を行った。造成高の設定によって、既設村道及びスポーツサイエンスセンターとの高低差、既設村道との接続箇所、駐車可能台数、搬入土量及び概算工事費が異なることから、これらを比較した。また、表-3に各案の土工量、概算工事費及び駐車可能台数の比較結果を示す。

①案は、既設村道と同じ高さで競技場へ進入可能であり、既設村道との接続箇所を複数確保できることに加え、駐車可能台数は141台と最大となった。また、搬入土量は47,800m³、概算工事費は50百万円と、3案の中で最小となった。一方、スポーツサイエンスセンターとの間には高低差が生じる計画となった。

②案は、スポーツサイエンスセンターと陸上競技場との間に高低差が生じない一方、既設村道との接続箇所は1箇所となり、駐車可能台数は24台と最少となった。また、搬入土量は194,010m³、概算工事費は98百万円となり、3案の中で最大となった。

③案は、スポーツサイエンスセンター及び既設村道との間に高低差が生じ、既設村道との接続箇所は1箇所となった。搬入土量は83,370m³、概算工事費は71百万円となり、いずれも①案と②案の中間となった。

3案とも不足土が発生することから、不足土には市房ダム浚渫土を活用する計画とした。②案及び③案は、既設村道との接続箇所が1箇所となることに加え、搬入土量及び概算工事費が①案を上回った。以上より、既設村道からの進入、駐車可能台数、搬入土量および概算工事費を踏まえ、①案を採用した。

5. おわりに

本稿では、第3種公認陸上競技場の整備において、高低差、軟弱地盤および既存施設との関係などの条件に対応した計画・設計事例について報告した。

本計画では、施設配置、造成高、擁壁形式及び地盤改良について、施設利用、施工条件、土工量及び事業費を踏まえて比較検討を行った。施設配置では、計画区域内に競技場、駐車場、管理施設等を配置し、既設村道からの進入や既存施設との接続・連携を踏まえて配置を決定した。造成計画では、施設利用、搬入土量及び概算工事費を比較して造成高を設定した。また、西側傾斜地では、施工範囲を開発区域内に収めることが可能な擁壁形式を選定した。地盤改良では、市房ダム浚渫土を置換材として活用することで、材料費及び運搬費の抑制を図った。

計画・設計を進める中では、計画条件の変更や追加が生じたことから、施設配置等の見直しを行い、変更後の条件を計画・設計に反映した。また、施設

配置、造成高および擁壁形式は相互に関係することから、一つの条件変更が他の設計項目に与える影響を確認しながら検討を行った。

今後は、施工段階で確認された課題や設計時の想定との差異を整理し、計画・設計時に設定した条件と施工結果との関係を確認していく。また、計画条件の変更に伴う施設配置や造成計画への影響についても整理し、今後の計画・設計に反映する必要がある。本計画で得られた知見を、スポーツ施設整備及び大規模造成計画における計画・設計に活用していきたい。



図-7 造成高さ比較案

表-3 対策工比較表

	第①案	第②案	第③案
掘削量	V=6,900m ³	V=12,390m ³	V=32,130m ³
盛土量	V=49,200m ³	V=185,760m ³	V=103,950m ³
搬入土量	V=47,800m ³ (不足土)	V=194,010m ³ (不足土)	V=83,370m ³ (不足土)
経済性 (経費込み)	50百万円	98百万円	71百万円
駐車可能台数	141台	24台	68台

参考文献

- 公益財団法人 日本スポーツ施設協会：
屋外スポーツ施設の建設指針令和5年3月
- 日本陸上競技連盟：
陸上競技ルールブック令和6年5月

水域機能の回復を目的とした排水池浚渫工事における測量手法の技術的工夫

株式会社旭技研コンサルタント 技術部 高田 滯

近年、気候変動の影響により大型台風や線状降水帯を伴う集中豪雨が発生し、全国各地で甚大な水害が発生している。特に河川については、流域から流出した土砂が河床に堆積することで排水能力が低下し、豪雨時の越水や氾濫リスクの増大が課題となっている。本稿では、排水池底堆積土砂を撤去する浚渫工事の基礎資料となる測量を実施するに当たり、現場条件等を勘案した測量手法で作業の効率化を図った事例として紹介する。

キーワード； 浚渫工事， UAVレーザ測量， 三次元データ， 深淺測量， 豪雨災害

1. はじめに

近年、集中豪雨の頻発・激甚化に伴い、河川や排水施設の機能を適切に維持することが重要になっている。特に排水池では、長年の使用に伴う土砂や有機物の堆積により有効貯留容量が減少し、治水機能が低下することが課題となる。

上天草市合津地区排水池においても、令和7年8月豪雨では合津川が氾濫し、浸水面積88.1ha、被害戸数482戸（床上252戸、床下230戸）に及ぶ大規模な浸水被害が発生した。（上天草市ホームページより引用）このような災害を踏まえ、地域の排水機能向上と浸水対策の強化は重要な課題となっている。そのため、排水能力を回復するための浚渫工事が必要となるが、効率的かつ適切な浚渫計画を立案するためには、排水池内の堆積状況や周辺地形を高精度（RMS誤差0.1m以内）に把握する必要がある。本稿では、上天草市合津地区排水池における浚渫工事に先立ち、現場条件、作業条件及び要求精度を踏まえた、最適な測量手法を検討し、実施した地形測量の事例について報告する。

2. 対象地での測量作業方針

（1）現地概要

対象地は、豪雨災害で氾濫した合津川河口部に位置する合津地区排水池であり、図-1に示す国道に囲まれた範囲（ $A=15000\text{m}^2$ ）を対象とした。

（2）現地条件

対象地は、水深が最大で1.5m程度と浅く、北西側にある樋門から海へ流出するようになっているため、潮位変動の影響を受け常時湛水状態である。また、河道内には草木が繁茂しており、ゴムボート等を用いての侵入が困難な地点が存在する。

（3）対象地における測量実施時の課題

従来の測量手法では陸上部はトータルステーション（以下「TS」という。）による地形測量、水域部はロッド測深による深淺測量となる。その手法で対象地を計測する場合、人力作業が主となり作業期間が長くなることが予想されることに加え、軟弱な池底への立ち入りが必要となる箇所が多く、安全面での課題が発生した。

また、河道内の植生によりゴムボート等で水域部へ侵入することが困難であり、低水深のためゴムボートで水面をつたって計測を行うことも困難である。

以上から、本業務では低水深、植生及び潮位変動という現場条件の下で、必要とされる測量精度の確保及び排水池内への侵入の最小化による、安全性と作業効率の両立が技術的課題であると判断した。



図-1 合津地区排水池における測量対象範囲

3. 各測量手法の比較検討

現地条件、課題を踏まえ、より効率的で適用可能な測量手法について比較検討を行った。

(1) 検討対象とした測量手法

対象地での測量では、水域部での計測が必須となるため、水深の計測が可能な技術である、「音響測深を用いた深淺測量」、「UAVグリーンレーザ測量」、「陸上部の効率化が可能である「UAVレーザ測量」及び「従来の測量手法」を加えた4手法について、対象地での測量の可否、作業効率、安全性で比較検討を行い、総合的評価により最適な測量手法を選定した。

1) ラジコンボートによる深淺測量(音響測深)

図-2は音響測深機を搭載したラジコンボートによる深淺測量であり、音響測深機から超音波を水中へ発信し、河床からの反射波を利用して水深を算出する測定方法である。低水深での測定の場合、送受波器の設置条件や水底からの反射波の影響等により測深精度の確保が難しくなる場合があり、座礁リスクのある場所での実施は困難である。また、ラジコンボートは船舶と比べ狭隘な場所での流用が可能である。

2) UAVグリーンレーザ測量

図-3は無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle : UAV）にグリーンレーザを搭載し、レーザ測量器から波長532nmの緑色のレーザを照射し、水底及び陸上地形の三次元座標を取得する測量技術である。水中への透過性が高く、水面及び水底からの反射波を利用することで水深を算出できる特徴を有するため、陸域から浅海域、河川、湖沼まで連続的な三次元地形データを取得することが可能となる。しかし、データ品質が水質によって影響するため濁水、浮遊土砂等が目立つ現場での導入は、未計測部分が予測され補足測量が必要である。

3) UAVレーザ測量

図-4はUAVにレーザスキャナを搭載し、レーザパルスを上空から地表面に照射し、その反射光がセンサへ戻るまでの時間を計測することで対象物までの距離を算出する測量技術である。また、GNSS（全球測位衛星システム）及びIMU（慣性計測装置）を組み合わせることで、レーザ計測位置を高精度に算出し、三次元地形データを取得する測量手法である。ただし、グリーンレーザと違い近赤外レーザを照射するため、水域部の三次元データを取得することが困難であり、影部や低植生が繁茂している構造物等の地表データを取得しにくいという難点がある。

4) 従来測量手法(ロッド測深による深淺測量)

図-5はGNSS及びTSにより常時位置情報の確認

を行いながら、先端を河床まで到達させた測量用ポールを水中へ挿入し、水面から河床までの深さを直接観測する方法である。水質や水深等の現場条件に柔軟に対応することができ、人が立ち入れる場所であれば測定可能である。しかし、全て人力での作業となるため測量作業の時間が多く、微細な地形データを取得することが困難であり、人的要因による誤差が発生する可能性があるという難点がある。

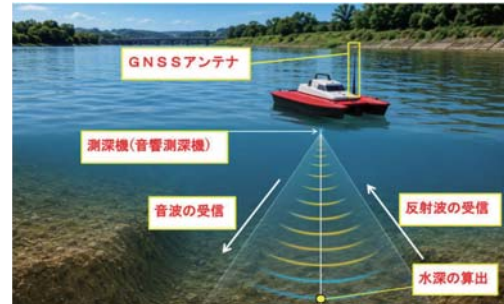


図-2 ラジコンボートによる深淺測量(音響測深)



図-3 水面・水底を計測可能な UAV グリーンレーザ測量



図-4 草木の下を計測可能な UAV レーザ測量



図-5 ロッド測深による深淺測量(従来手法)

(2) 測量手法の決定

従来の手法を含めた4つを比較した結果、選定した各手法単独では、条件をクリアする最適な手法は確認されなかった。そこで、測量対象を陸上部・水域部について分けて検討した結果、「UAVレーザ測量(陸上部)+従来深浅測量(水域部)」が総合的に最適であると判断し、本手法を採用することとした。前節の1)から4)について比較検討した結果を表-1に示すとおりとした。

対象地が抱える課題として「低水深」、「植生による行動制限」、「作業時における安全性」が挙げられ、課題に対しての測量実施の可否、作業効率の2要素が選定する上で重要である。

ラジコンボートによる深浅測量(音響測深)は、水域部を効率的かつ高精度で測定できるメリットはあるものの、対象地が1.5m程の低水深であるため、精度低下、ラジコンボートの座礁リスクの可能性が高い。そのため、対象地での適用性は低いと評価した。

UAVによるグリーンレーザ測量では、陸上部、水域部を同時に取得することができるため対象地においての適用性は高いと思われたが、濁水、浮遊土砂が目立っていたため河床まで透過できないことが分かり、現場適用性は低いと評価した。

UAVレーザ測量では、弱点であった水域部の計測不可が潮位変動による水位の低下により、水面から露出する池底の範囲が増えたため、UAVレーザによる陸上部の計測範囲を拡大でき、補足深浅測量の範囲を軽減することが可能になることが分かった。

また、補足深浅測量では軟弱な池底への立ち入りによる安全性が懸念されたが、水深が大きく池底への立ち入りが困難な場所では、ミニボートを測量足場として利用し、池底への直接立ち入りを回避することが可能となった。

以上の比較検討から対象地では、UAVレーザによって露出した池底及び陸上部を面的に取得し、水域部の未計測範囲のみを深浅測量で補完することで、測量精度、作業効率及び安全性を総合的に確保できると判断した。

4. UAVレーザ測量+従来深浅測量による地形測量

(1) 飛行計画の立案

対象地でのUAVレーザ測量を実施するにあたり、周辺の現地状況を考慮したルート設定を行った。対象地は国道324号、266号に囲まれており、一般車両の流入が多い道路に面している。そのため道路上空をUAVが通過しない飛行ルートを作成した。また、総合スポーツ施設、遊歩道が付近に点在しているため、第三者災害防止を最優先に考え、第三者の上空をUAVが通過しないよう監視員を配置し航空法を遵守した飛行計画を立案した。

(2) 取得三次元データの編集

UAVレーザ測量にて取得した対象地の三次元データを確認し、点群編集ソフトにて各種データを作成した。三次元データからノイズ等を削除したオリジナルデータ、オリジナルデータから地表面のみのデータを抽出したグラウンドデータ、グラウンドデータから一定サイズの格子に区分し、各格子内の代表値や補間値を与えたグリッドデータを作成した。

表-1 本現場における測量手法の比較検討結果

測量方法	測量の可否	作業効率	総合評価
1) ラジコンボートによる音響測深	×	×	×
2) UAVグリーンレーザ測量	△	△	△
3) UAVレーザ測量	△	△	△
4) ボートによる深浅測量(従来手法)	○	×	△
UAVレーザ測量+従来手法	○	○	○

※ ○：現場適用性は高い △：現場適用性は低い(不安定要素が含まれる)

×：現場適用性は低い

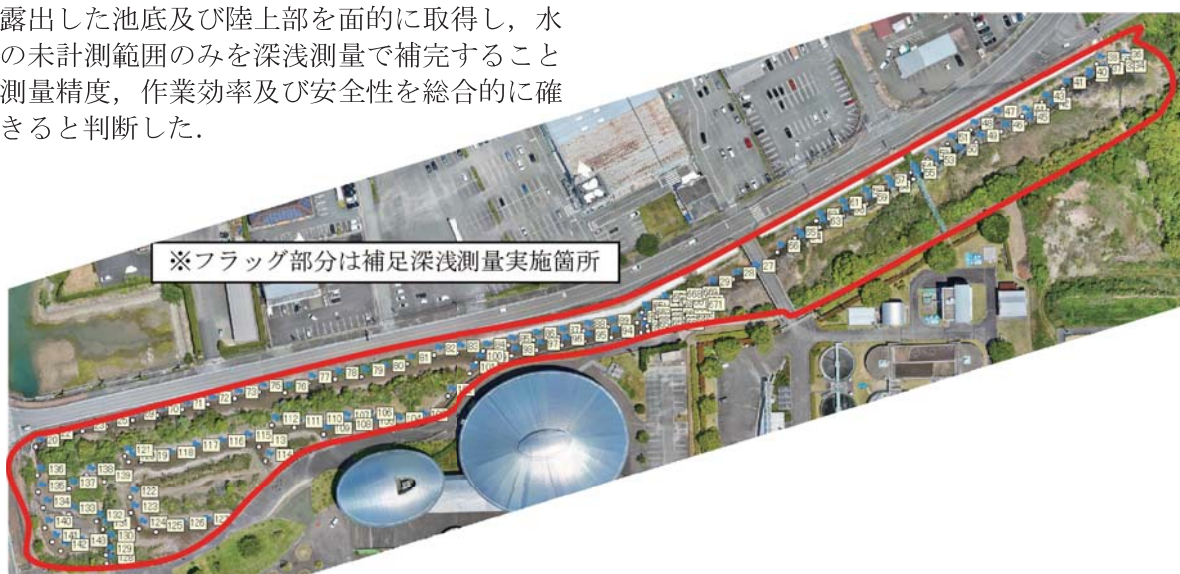


写真-1 UAVレーザ計測データと深浅測量の統合データ

(3) 水域部の補足深浅測量

UAVレーザ測量では、計測できない水域部の補足測量として、人力による深浅測量を行った。対象地では西側、東側の水深が比較的浅いためTS及びGNSS測量器を用いた深浅測量を行い、水深の深い中心部では、ミニボートに乗船しポール測深を行った。写真-1に示すように、補足深浅測量にて取得したデータをUAVレーザ測量にて取得した三次元データとの統合を行い最終的な成果として作成した。

(4) 測量作業の品質管理

統合した三次元データについて品質管理を行った。品質管理では、欠測率2%(点密度98%)、RMS誤差(0.1m以内)という結果となり、要求精度である欠測率15%以内、RMS誤差(標高:0.2m、水平:0.15m)を満足した結果となった。

(5) 採用手法による計測結果と評価

採用したUAVレーザ測量+補足深浅測量の組み合わせによる計測では、表-2に示すとおり従来測量(TS等を用いた地形測量+深浅測量)と比べ、より効率的に作業を実施できることを確認した。従来測量の11日に対して7日で完了し、4日間、約36%の測量期間を短縮できた。このことから、作業効率及び工数削減の面で有効な手法であることを確認した。また、高精度なデータを取得することが可能であるに加えて、堆積土砂量を算出するためのデータとしても利用することが可能である。また、図-6に示すとおり、三次元データをBIM/CIMへ活用することで、実際の施工時にかかる日数や問題点等を視覚的に把握できる施工シミュレーションや今後の河川維持管理に役立てることも可能であり、測量から設計、施工までを一元管理することが可能である。

(6) 三次元データ技術の抱える課題

三次元データを取り扱える技術者数の不足による特定技術者への依存が課題としてあり、計画、解析、編集が必要となる三次元データでは、様々なソフトを利用して作業を実施するため、技術者の育成には相応の時間を要する。

また、編集技術に関してノイズの除去やフィルタリングなどの明確な基準が確立されていないため、技術者の判断による最終成果の品質確保が課題としてあげられる。

この課題に対しては、点群処理の作業手順及び判断基準を標準化するとともに、技術者教育を継続的に行う必要がある。また、成果の照査方法を明確化し、特定技術者の経験や判断に依存しない品質管理体制を構築することが重要である。

5. おわりに

本事例では、合津地区排水池浚渫工事における最適な測量手法を比較検討し、効率化、省人化を図ることで従来手法と比較して作業期間の短縮を行うことができた。また、実際に三次元点群測量技術に触れ、様々な課題も発見することができた。

今後は、更なる人口減少による将来的な建設業の担い手不足、及び豪雨災害等をはじめとした自然災害の頻発に対して、国民生活、経済活動の基盤となるインフラの整備、維持管理を、将来にわたり持続的に実施していくことが、これまで以上に重要となる。今後は、三次元点群測量技術等の新技術を従来手法に含めたうえで現場条件、経済性、品質等を総合的に分析し、最適な手法を選択し、調査・測量・設計・施工へと効率的に展開できる技術者を目指していきたい。そのため、課題に挙げた判断基準の標準化及び品質管理体制の改善にも取り組み、関連する最新技術へのアンテナを強く張るとともに、技術の進歩に残されないよう自己研鑽に努め、持続可能なインフラ整備・維持管理に貢献できるよう業務に励みたい。

表-2 作業の比較

項目	TS等を用いた地形測量+深浅測量 (従来測量手法)	UAVレーザ測量+補足深浅測量 (採用した測量手法)
人工	3人1班編成(機械操作1名、ポールマン1名、測量補助1名)での作業となる。	UAV測量では監視員を含め4人1班編成(操縦者1名、測量補助1名、監視員2名)、深浅測量では、3人1班編成(機械操作1名、ポールマン1名、測量補助1名)での作業となる。
作業日数	地形測量3日、深浅測量3日、計測データ編集5日 計11日	地形測量1日、深浅測量1日、計測データ編集5日 計7日
効率性	全て人力での作業となるため、人工、時間がかかる。	実際に現場で作業するのは2日程度であり、その後はデータ編集作業を行うことができるため、人工、時間共に削減することができる。
データの精度	高い精度での成果作成が可能。	細かく高精度な成果作成が可能であり、設計、施工まで一つのデータで一元管理することができる。

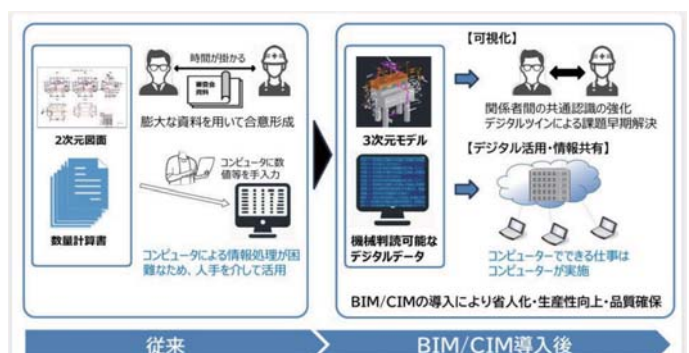


図-6 点群データの活用⁴⁾

参考文献

- 1) 公共測量作業規定の準則 国土地理院 令和7年3月
- 2) i-Construction 2.0～建設現場にオートメーション化～ 国土交通省広報 令和6年4月
- 3) 技術名：調査用リモコンボートによる深浅測量(音響測深) 国土交通省近畿地方整備局 平成30年
- 4) BIM/CIM取扱要領(素案) 図-2 国土交通省大臣官房参事官(イノベーション)グループ

発表・技術レポート

複数の現場制約下における開水路の改修設計

株式会社新興クリエイト 技術部 尾方 大

開水路の改修設計においては、水利用、水理及び構造機能の本来的機能に加えて社会的機能を考慮し、それぞれの機能が持つ性能を十分に発揮させる必要がある。

本業務は、農業用排水路であるコンクリート開水路の改修設計を行ったものである。対象水路は熊本市道に隣接する直線の水路であり、一見単純な改修になると思われたが、現地調査を進めていくうちに様々な現場制約が明らかになった。本稿は、それらの現場制約下において行った改修設計について、その検討経緯・結果を報告するものである。

キーワード；水路改修設計，越流対策，工法検討

1. はじめに

近年、気候変動に伴う猛烈な雨により、各地で豪雨災害が頻発している。県内でも令和2年7月豪雨や令和7年8月豪雨のような大規模災害が発生しており、豪雨への対策は急務である。

本業務は、越流が多発している排水路を対象として改修設計を行ったものである。

2. 対象水路の概要

(1) 現況について

当該排水路は、戸島山西側を起点として周辺住宅を抜け九州自動車道を横断した後、戸島調整池へ流入している。本業務は、その流末付近約100mの区間を対象としており、周辺は宅地開発が進み、近傍に小学校もあるため、隣接道路は車両、人通り共に多い箇所となっている。

前述の通り、当該区間は降雨時に隣接道路及び周辺宅地へ越流が頻繁に発生している。越流前後の状況を写真-1及び写真-2に示す。

(2) 越流の発生原因について

当該区間は越流が多発しており、その主たる原因は流末付近にかけて水路の断面積が減少していることにある。その解決のため、本業務以前に、戸島調整池に至る末端約70mの区間は、道路下を通過するボックスカルバートによる工事が完了している。しかし、その上流側には本業務の対象である狭小区間が残っており、越流が継続して起きている。なお、その狭小区間は地下埋設物等の関係により、下流同様のボックスカルバートによる断面確保が困難である。

当該区間は写真-1のとおり、右岸側に道路、左岸側に空き地が広がっており、空き地側の地盤高が高いことから図-1に示すようにJ型の水路となっている。加えて隣接道路は下流方向に向けて下り勾配となっているため、水路幅は $B=1.70\text{m}$

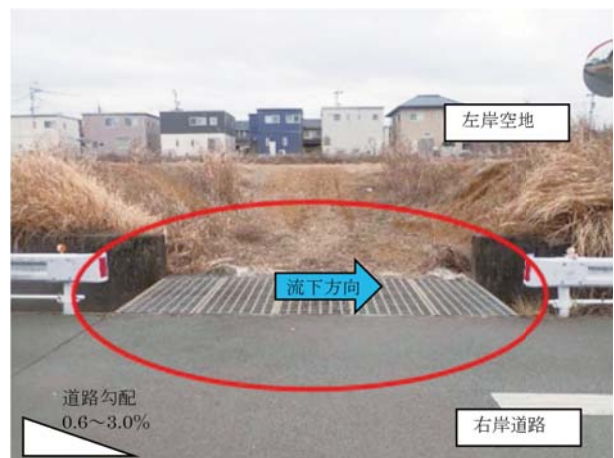


写真-1 現地グレーチング渡橋



写真-2 越流時 現地グレーチング渡橋

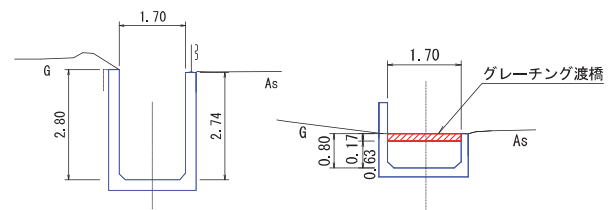


図-1 現況水路横断面図
上流側(左図) 狭小部(右図)

で一定にもかかわらず、設計区間上流側では水路壁高が $H=2.80\text{m}$ 程度あるのに対し、下流側では $H=0.80\text{m}$ 程度まで断面積が狭小となる。さらに、グレーチング渡橋(厚さ $t=0.17\text{m}$)が断面を阻害し、結果としてグレーチング付近を中心として越流が発生している。

3. 現場制約条件

業務を進めていくにあたり、次の8項目の制約条件を考慮した。

(1) グレーチング渡橋

水路断面阻害によって、越流の一因となっているグレーチングであるが、同時に空き地と道路をつなぐ唯一の通路となっている。空き地については今後の開発と利用の計画があり、当該グレーチングの再利用を考慮する。

(2) 架空線

写真-3に示すとおり、当該区間の直上 $H=5.00$ 付近について、一部区間を架空線が通過している。二次製品を使用する場合、吊り下ろしの制限が生じることから、電柱の移設又は横引き等の施工方法の検討が必要である。

(3) 道路高の制限

前述のとおり、隣接道路の下り勾配が断面狭小の一因となっているため、道路高の嵩上げが考えられた。しかし、当該区間付近は既に宅地化が進んでおり、写真-4に示すとおり、現況道路高に合わせた水抜き穴や側溝が設置しているため、道路高については現況のままとする。

(4) 道路幅員の確保

隣接道路は幅員 4.0m 程度であり、宅地の開発及び現況の使用状況をかんがみ、現況幅員を維持する必要がある。また、道路下には水路近傍に下水道本管の存在が判明したことから、道路側への水路拡幅は行わないものとする。(図-2)

(5) 用地の制限

水路用地は、現況水路構造物部分のみであり、余裕がない状況である。一方、本業務では用地の買収は行わない方針となり、空き地側への拡幅も行わないものとする。(図-2)

(6) 隣接空き地への公共施設建設予定

左岸側の空き地には、図-3に示す公共施設の建設が予定されている。公共施設は当該水路に近接する計画で、建設後には水路の改修が困難となることが予見された。よって、公共施設建設予定地(IP.3以降)より下流側のみ改修を行うものとする。



写真-3 現地架空線



写真-4 宅地水抜き穴

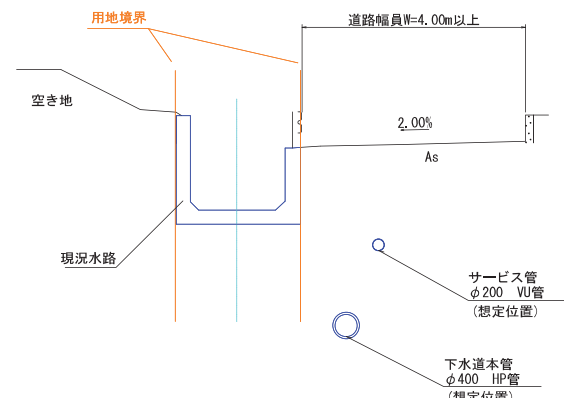


図-2 下水道及び用地境界 位置関係

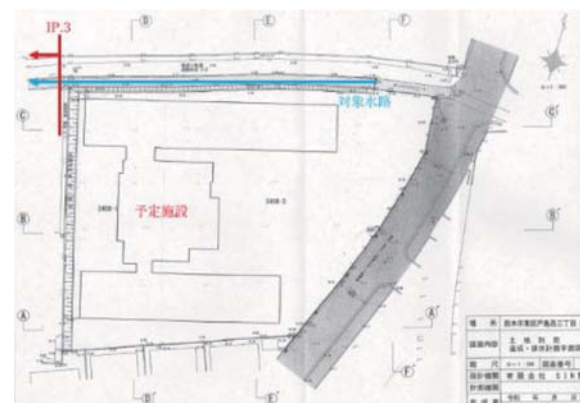


図-3 公共施設 建設予定図

(7) 掘り下げの限界値

前述の通り、本業務の設計区間起点(対象水路下流端)から戸島調整池までの区間は落差工及びボックスカルバートの設置が完了している。掘り下げによる断面拡大は落差工高(H=0.65m)までを限界とする。(写真-5, 6)

(8) 地下埋設物との離隔・位置関係

隣接道路には下水道のほか、排水暗渠等の地下埋設物も確認されたことから、それらへも影響をきたさない設計とする。なお、現況水路へ接続放流をしている暗渠は、一時撤去後、再設置とする。

4. 工法検討

本業務では、4案の工法を検討した。なお、一部案については前述した現場制約条件を満たさないものがある。これは、工法案を検討している過程で、現場制約条件の一部が後発的に判明したことに起因している。

(1) 案① 掘り下げ+ボックスカルバート案

現況水路を取り壊した後、ボックスカルバートによる断面拡大を図る案である(図-4)。道路側へ拡幅することにより、現況道路の幅員と高さを変えることなく、必要な通水断面を確保することができる。また、ボックスカルバートとして水路全体が埋設され、水路上部からの越流を防ぐことができる。しかし、拡幅に当たり道路側に水路用地が必要となること及び下水道の移設を必要とすることから棄却した。

(2) 案② 掘り下げ+自由勾配側溝

水路本体は掘り下げのみを実施し、不足断面積を補うために自由勾配側溝を新設する案である(図-5)。既設水路から道路反対側へ分岐させることで、①案で課題となった下水道への影響を解決することができる。しかし、下流にかけて下水道以外の地下埋設物との交錯が生じることから棄却した。

(3) 案③ オリフィスによる流量制限

案①、②では設計流量に対して必要水路断面を確保することを目的としたが、前述のとおり現場制約が多かったことから、③案では、流量そのものを制限する方法を検討した。本業務の対象区間より上流側については、設計流量に対して十分な通水断面が確保されている。



写真-5 落差工(下流側より望む)



写真-6 落差工及びボックスカルバート
(上流側より望む)

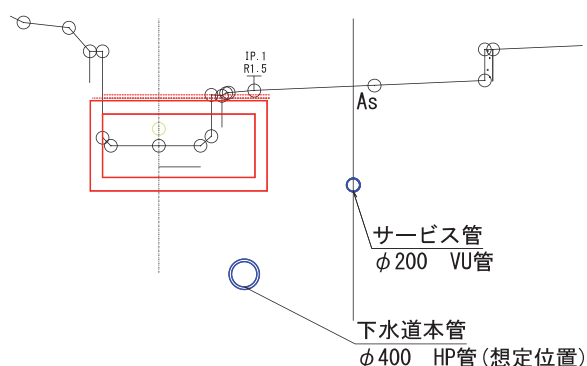


図-4 案① 掘り下げ+ボックスカルバート案

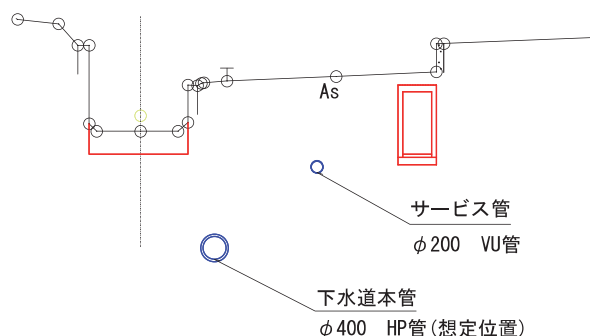


図-5 案② 掘り下げ+自由勾配側溝

このことから、上流側に図-6に示すオリフィスを設置し、上流側水路を一時的な貯水槽代わりにすることで、現況水路のまま、越流を防ぐ案である。水路改修を行う案①、②に比べて経済性に優れる工法である。

しかし、オリフィス設置後、その上流側水路において越流する可能性が否定できないことや、オリフィス上流部へのゴミ堆積等の問題から棄却した。

(4)案④ 掘り下げ(プレキャストJ型水路)

最終的には図-7に示すプレキャストのJ型水路による下方向への断面拡大を図る工法を採用した。案③までを検討していく過程で、後発的に現場制約条件が追加されていった。よって、最終案を決定するにあたり、前述した現場制約条件を全て整理し、設計条件を再度見直した。その条件を基に図-8に示す水理縦断図を作成し、設計流量に対して十分な流下能力があることが確認できた。

5. おわりに

本業務は、私が初めて水路の改修設計を行ったものである。業務当初の時点では、単純な水路の改修であると想定していた。しかしながら、最終的な成果にたどり着くまでに、その過程では様々な現場制約条件とそれらによる手戻りに苦悩する業務となった。ただし、業務の完了した今となれば、条件の多くはより早期に発見でき、提案することのできるものであり、それらは現地に頻繁に赴いたからこそ発見できるものであった。

今後、設計者としての研鑽を積んでいくにあたり、今回の業務経験を踏まえるのはもちろんのこと、現地調査時には設計対象だけでなく周辺地域の制約条件等についても十分な注意を払っていきたい。

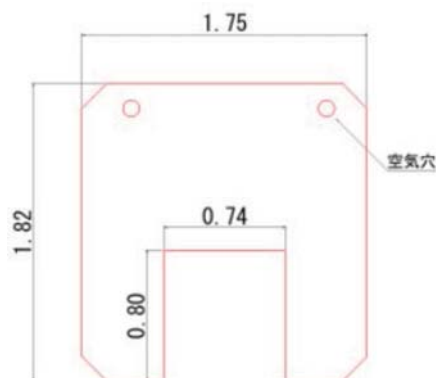


図-6 案③ オリフィスによる流量制限

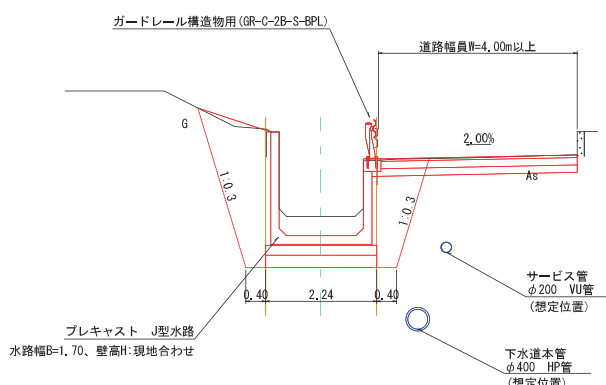


図-7 掘り下げ(プレキャストJ型水路)

参考文献

- 1) 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」(平成 26 年 3 月) 公益社団法人 農業農村工学会
- 2) 2022年制定 コンクリート標準示方書[設計編] 公益社団法人土木学会

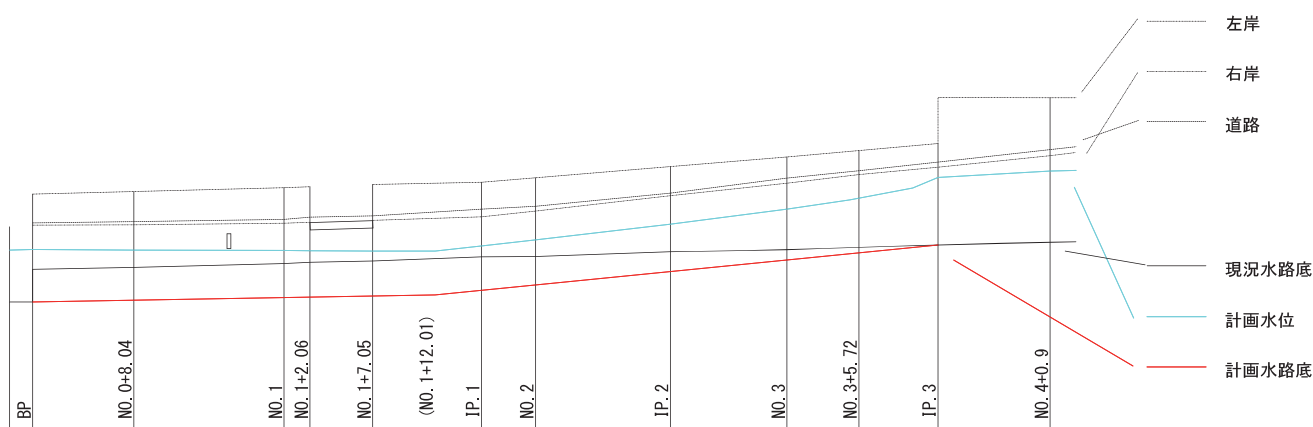


図 8-水理縦断図

阿蘇カルデラ地域の自然災害伝承碑について

森 菜々美¹・春日 隆佑²・竹田 宏司³

¹ 株式会社建設プロジェクトセンター技術部（〒869-1234 熊本県菊池郡大津町引水 215-1）

E-mail: mori-n.892@kenpro.jp

² 株式会社建設プロジェクトセンター技術部（〒869-1234 熊本県菊池郡大津町引水 215-1）

E-mail: kasuga-r.892@kenpro.jp

³ 株式会社建設プロジェクトセンター事業推進部（〒869-1234 熊本県菊池郡大津町引水 215-1）

E-mail: takeda-a.894@kenpro.jp

国土地理院は、過去の自然災害の記録を刻んだ石碑やモニュメントを「自然災害伝承碑」と定義し、地図への掲載を進めている。阿蘇カルデラ地域には、現時点で平成28年熊本地震の碑が掲載されているが、実際にはほかにも多くの伝承碑が存在している。建立目的は、犠牲者の慰霊、災害からの復興記念、産業・社会基盤整備の記念、その他の事故や歴史的出来事の記録である。多くは犠牲者の慰霊や復興を記念しているほか、産業や社会基盤の整備、洪水や土砂災害の記憶とともに、地域のインフラ整備の歴史や、地域の歴史、事故の記録として重要な役割を果たしている。自然災害伝承碑は、多様な災害の記録と地域の歴史を伝える貴重な資産であり、その内容や分布を把握し、防災対策、長期的な記憶の継承と防災教育に活用することが今後の課題である。

Key Words: Aso Caldera, Natural Disaster Memorial Monument, Geospatial Information Authority of Japan Map, Flood, Landslide, Earthquake, Volcanic Disaster

1. はじめに

国土地理院では、「過去に発生した自然災害（洪水、土砂災害、高潮、地震、津波、火山災害等）の教訓を後世に伝えようと先人たちが残した独立した構築物であることを基本とする恒久的な石碑やモニュメント」を「自然災害伝承碑」¹⁾と定義している。そしてその情報を地形図等に掲載することにより、過去の自然災害の教訓を伝え、教訓を踏まえた的確な防災行動による被害の軽減を目指して、地理院地図に自然災害伝承碑の掲載を行っている。これは自治体からの申請に基づく掲載であり、自治体が自らその存在を把握することが前提である。令和8年4月の時点で阿蘇カルデラ地域では、平成28年熊本地震の碑が、西原村6基と南阿蘇村1基、平成2年梅雨前線豪雨などの碑が阿蘇市で4基掲載されている。しかし実際には、阿蘇地域全体に様々な自然災害伝承碑が存在することがわかる。

今回自然災害伝承碑として調査した32基は、1846（弘化3）年の萬霊塔、1860（萬延1）年の清霊碑から、2022（令和4）年の南阿蘇村熊本地震慰霊之碑、阿蘇大橋熊

本地震慰霊碑に至るものである。碑文の内容は様々であるが、災害の状況や、建立の目的、動機、経緯などが記されて直接的に自然災害の伝承を目的としているものだけではなく、潜在的に災害を伝承する役割を担っている場合があり、また石碑に限らず様々な形態がありうることを踏まえ、広く「自然災害伝承碑」として取り上げ、検討を行った（図-1、表-1）。碑文については、直接読み取ったもののほか、風化などにより判読が難しい場合は「ひかり拓本」²⁾の使用が有効である。

2. 建立の目的

様々な碑がみられるが、建立の目的によって、（1）災害があった事実を伝えることを目的としたもの、（2）災害に伴う犠牲者の慰霊を目的としたもの、（3）災害からの復興を記念したもの、（4）産業基盤や社会基盤の整備に伴うもの、（5）その他に分類できる。

（1）災害があった事実を伝えることを目的としたもの
ほとんどの碑が、慰霊の意味を持たせている中、南阿

蘇村として合併する前の白水村が建てた水難の碑は、碑文として「昭和 28 年 6 月 26 日の大水害を風化させず後世に伝えるため」としており、純粋に水害の被害の内容のみが記されている。建立の時期が南阿蘇 3 村の合併協定調印の時期と一にしており、これを機に建て替えたものとみられる。

(2) 犠牲者の慰霊を目的としたもの

江戸時代後期の萬霊塔、清霊碑(写真-1)は、何れも碑文から慰霊碑であることと建立年だけがわかるが、建立者やその目的などが記されておらず詳細は不明である。清霊碑については地元の水害による土砂災害に伴うとする伝承があり、萬霊塔については、ほかに多数が犠牲になったような災害等が記録されていないことから、1846

(弘化 3) 年の水害に伴うものと考えている。南阿蘇村河陽の母子地蔵(仮称)は個人の建立によるもので、昭和 28 年西日本水害で行方不明のままとなっている。建立者の娘と孫の慰霊を目的としている。同じく昭和 28 年西日本水害に伴うものとして、吉田三区水害記念碑(写真-2)、川後田水害記念碑、中松三区水害之碑がある。建立の契機となったのは、ある程度復興が成ったことであるが、碑文の内容は犠牲者に対する慰霊の色彩が強い。平成 24 年 7 月豪雨に伴う福岡区感謝と追悼の碑も同様である。建立の主体としては、これらは全て個人又は地域住民により建立されたものである。平成 28 年熊本地震に伴う南阿蘇村熊本地震慰霊之碑については南阿蘇村だが、

黒川区熊本地震慰霊碑は地域住民による建立である。1958(昭和 33)年の阿蘇中岳噴火による御供養地蔵菩薩は、九州産業交通が犠牲となった自社の社員の慰霊を目的として建てたものである。正面観は地蔵菩薩の像であり、背面に刻まれた経緯と犠牲となった社員の名等を見なければ、災害に伴うものであることが把握できない。

(3) 災害からの復興を記念したもの

昭和 28 年西日本水害に伴う長陽村水害記念碑は、旧長陽村が建てたもので、犠牲者に対する追悼の意を含むものの、内容的には復興を記念する色彩が強い。平成 2 年 7 月豪雨に伴う一の宮町災害復興慰霊の碑、南阿蘇村による平成 28 年熊本地震に伴う数鹿流崩之碑も同様である。

地域における共同体の核としての神社が被災し、地域住民による復興を記念したものとして、平成 3 年台風 19 号に伴う馬場八幡宮災害復興の碑、平成 28 年熊本地震に伴う早角神社復興記念碑がある。

(4) 産業基盤や社会基盤の整備に伴うもの

特徴的なものとして、1972(昭和 47)年度から 1995(平成 7)年度に実施された阿蘇谷地区大規模圃場整備事業の完成を記念し、各工区の換地委員会により建てられた一連の記念碑がある。一見すると災害碑とは見えないが、その多くが碑文に千枚田と呼ばれた傾斜地ゆへの狭い不整形な圃場や、用排水、道路の不備、自然条件の厳しさ



図-1 阿蘇カルデラ地域自然災害伝承碑等分布図

表-1 阿蘇カルデラ地域自然災害伝承碑等一覧

番号	名称	災害の内容	所在地	建設主体	建設時期
1	萬霊塔	弘化3年水害ヵ	阿蘇市一の宮町手野	不明	1846（弘化3）年
2	清霊碑	弘化3年水害ヵ	阿蘇市一の宮町三野	不明	1860（萬延1）年
3	久木野里道碑	明治33年水害	南阿蘇村河陰	地域住民有志	1905(明治38) 年
4	河陽母子地藏（仮称）	昭和28年西日本水害	南阿蘇村河陽	個人	不明
5	南在簡易水道組合水神塔	昭和28年西日本水害	高森町高森	南在簡易水道組合	1955(昭和30) 年
6	大堰改修記念碑	昭和28年西日本水害	南阿蘇村河陰	上川原井手土地改良区	1956(昭和31) 年
7	吉田三区水害記念碑	昭和28年西日本水害	南阿蘇村吉田	吉田三区	1958(昭和33) 年
8	長陽村水害記念碑	昭和28年西日本水害	南阿蘇村河陽	長陽村	1960(昭和35) 年
9	川後田水害記念碑	昭和28年西日本水害	南阿蘇村川後田	川後田区	1963（昭和38）年
10	黒川改修記念碑	昭和28年西日本水害	阿蘇市黒川	黒川改修推進期成会	1972（昭和47）年
11	中松三区水害之碑	昭和28年西日本水害	南阿蘇村中松	中松三区	1973（昭和48）年
12	鹿漬川用水改良工事記念碑	洪水・旱魃	阿蘇市一の宮町中通	一の宮町低地土地改良区 阿蘇町土地改良区	1979（昭和54）年
13	工藤稻生氏殉難之碑	昭和55年野焼き	阿蘇市一の宮町手野	一の宮町	1985（昭和60）年
14	第十七換地工区記念碑	「毎年の如く洪水の災害を被り」	阿蘇市赤水	阿蘇谷大規模圃場整備事業 第十七工区換地委員会	1984（昭和59）年
15	第十一区換地工区記念碑	千枚田と呼ばれる程狭くしかも湿田が多く	阿蘇市湯浦	阿蘇谷大規模圃場整備事業 第十一区換地委員会	1986（昭和61）年
16	第八換地工区記念碑	昭和28年西日本水害	阿蘇市一の宮町中通	阿蘇谷大規模圃場整備事業 第八工区換地委員会	1992（平成4）年
17	井手口・原尻簡易水道組合水道記念碑	昭和49年7月豪雨	南阿蘇村久石	井手口・原尻簡易水道組合	1997（平成9）年
18	第十三区換地工区竣工記念碑	洪水による堤防決壊	阿蘇市黒川	阿蘇谷大規模圃場整備事業 第十三工区換地委員会	1992（平成4）年
19	一の宮町災害復興慰霊の碑	平成2年7月豪雨	阿蘇市一の宮町坂梨	一の宮町	1991（平成3）年
20	蘇生乃郷碑	平成2年7月豪雨	阿蘇市一の宮町坂梨	神石、古閑地区県営災害関連 区画整備事業換地委員会	1992（平成4）年
21	馬場八幡宮災害復興の碑	平成3年台風19号	阿蘇市一の宮町坂梨	馬場八幡宮氏子一同	1992（平成4）年
22	福岡区感謝と追悼の碑	平成24年九州北部豪雨災害	阿蘇市一の宮町坂梨	阿蘇市一の宮町福岡区	令和2（2020）年
23	数鹿流崩之碑	平成28年熊本地震	南阿蘇村立野	南阿蘇村	令和2（2020）年
24	早角神社復興記念碑	平成28年熊本地震	南阿蘇村河陽	沢津野区・神社総代一同	令和3（2021）年
25	南阿蘇村熊本地震慰霊之碑	平成28年熊本地震	南阿蘇村河陽	南阿蘇村	令和4（2022）年
26	市下神社鳥居	嘉永7年地震	南阿蘇村両併	両併村庄屋・市下神社氏子	1855（安政2）年
27	国造神社災害復旧竣工記念碑	平成2年7月豪雨 平成3年台風第19号	阿蘇市一の宮町手野	国造神社氏子	1993（平成5）年
28	立野熊本地震慰霊碑	平成28年熊本地震	南阿蘇村立野	株式会社藤本建設工業寄贈	2018（平成30）年
29	黒川区熊本地震慰霊碑	平成28年熊本地震	南阿蘇村河陽	黒川区	2021（令和3）年
30	阿蘇大橋熊本地震慰霊碑	平成28年熊本地震	南阿蘇村河陽	南阿蘇村	2022（令和4）年
31	御供養地藏菩薩	昭和33年阿蘇中岳爆発	阿蘇市黒川	九州産業交通株式会社	1959（昭和34）年
32	水難の碑	昭和28年西日本水害	南阿蘇村吉田	白水村	2004（平成16）年

に加え、昭和 28 年西日本水害をはじめ度々の洪水などについて記していることから、阿蘇谷第八工区記念碑（写真-3）など自然災害伝承碑として検討対象とした。

黒川改修記念碑、鹿漬川用水改良工事記念碑についても、事業の契機となった昭和 28 年西日本水害など災害についての記述がみられる。いずれの碑文も整備に至る歴史的な経緯や事業についての地域住民の思いが伝わる内容が多い。

復旧などに伴う記念碑である。高森町の南在簡易水道組合水神塔（写真-3）は、昭和28年西日本水害からの復旧事業、井手口・原尻簡易水道組合水道記念碑は昭和49年7月豪雨後に水源の変更、整備を行ったことを記している。

（5）その他

工藤稲生氏殉難之碑は、草原を維持するために行う野焼きに伴い、事故で亡くなった人物を追悼するために建立されたものである。自然災害とは異なるものの、自然と人々の暮らしの中で発生した阿蘇地域での特徴的な事象である。また久木野里道碑は道路整備に伴う記念碑の形態で建てられているが、実質は国会議員などを務めた長野一誠氏の顕彰碑である。功績の一つとして、明治33年水害で流失した鐘ヶ淵橋の復旧が記されている。これらは国土地理院が示している「自然災害伝承碑に該当しない事例」³⁾に整理されているが、調査の過程では取り上げて検討を行ったものである。

また、「自然災害伝承碑に該当するか判断するのに相

談が必要な事例」⁴⁾に当てはまるものとして、南阿蘇村両併の市下神社鳥居がある。柱の銘文には、1854（嘉永7）年の地震で損壊した鳥居を1855（安政2）年に再建したことが記されている。石碑などと同様貴重金石文の記録である。なお、南阿蘇村では多くの石橋が1900（明治33）年の架橋となっている⁵⁾。これは1900（明治33）年の水害で多くの橋が流された結果であると考えられる。直接的に自然災害の伝承を目的とした石碑などではなくても、潜在的に災害を伝承する役割を担っている場合があり、また様々な形態がありうる。

3. 自然災害伝承碑から見えるもの

（1）災害の多さと地形的特徴の関係性

災害の種類としては水害、特に熊本では「6.26 水害」と呼ばれる昭和 28 年西日本水害について記したものが最も多い。阿蘇カルデラという地形に起因する水害・土砂災害の発生率の高さが伺える。伝承碑は弘化3年のものから現存しており、長期的な災害履歴データとしての価値を持つ。

「昭和 28 年の熊本大水害に代表されるように、多量の火山灰を含む洪水が白川の特徴です。阿蘇カルデラが流域の8割を占めるため、白川を語るうえでは、阿蘇の火山活動は極めて重要です。」⁶⁾とあるように、1953（昭和28）年4月27日には、死者6名、負傷者90余名を出す噴火があっており、6月にかけて大量の火山灰が降り積もったところへ記録的な降雨となった。このため



写真-1 清霊碑



写真-2 吉田三区水害記念碑

多量の火山灰が流れ下って、大きな災害を引き起こしたとも考えられている。

(2) 地域の社会基盤整備の契機

慰霊碑だけでなく復興記念碑や園場整備記念碑が多く存在することから、地域は単に被害を受けるだけでなく、災害を契機として社会基盤整備を進めてきたことがわかる。すなわち、災害は負の出来事であると同時に、地域の発展の契機としての役割を持つことが読み取れる。

南郷谷では中央火口丘で山地崩壊が起き、流れ下った土砂が甚大な被害をもたらしている。家屋が飲み込まれ人的な被害も大きい。牧野や田畑などの生産基盤や社会基盤が壊滅的な被害を受けている。このため比較的早い吉田三区水害記念碑が5年後に「ようやく生活に困らぬまでに達することができた」として建立、中松三区水害之碑は「漸次復興され二十年の歳月を経過した今日全く原形に復す」として、水害から20年後の1973（昭和48）年に建立されているのである。阿蘇谷における、大規模園場整備事業の記念碑群の場合も、1992（平成4）年建立の第八換地工区記念碑（写真-4）においても、昭和28年西日本水害について記している。

自然災害伝承碑の存在からは、地域における災害の特徴とともに、重大な災害による社会への影響、人々の暮らしへの影響がいかに長く続くかを知ることができる。

(3) インフラ維持の主体の変化

江戸期～昭和期前半の碑は、個人や集落主体が建立の中心であるのに対し、近年の碑は自治体主体のものが増

加している傾向にある。ここからは防災の主体が地域のコミュニティから行政へと変化してきたことが伺える。これは防災の行政化が進んだ一方で、地域住民が主体的に災害の記憶を継承する機会の減少とも考えられる。

4. 自然災害伝承碑をどう生かすか

(1) 自然災害伝承碑の把握

長年にわたり各地に建立されてきた自然災害伝承碑だが、残念なことに地域社会においてもその存在が忘れ去られているものも多い。

1792（寛政4）年の雲仙普賢岳の火山活動による「寛政の大津波」により被害が大きかった3郡に建てられた寛政津波供養塔（一郡一基の塔）は、先ごろ熊本県指定重要文化財（歴史資料）となった。その一方、有明海沿岸で死者・行方不明者が423名にのぼった1927（昭和2）年高潮の後、熊本県が「不断の反省を促し永く人心の弛緩を誡める」ために建てた潮害碑（熊本市西区松尾町）については、その存在自体が忘れ去られている。

自治体は自然災害伝承碑の存在を把握し、地理院地図への掲載を進め、その存在を明らかにする必要がある。

(2) 計画・設計段階における補助資料としての活用

自然災害伝承碑に刻まれた被災地点や災害種別は、既存のハザードマップではわからない局所的リスクを示している可能性がある。特に小さな河川の土砂災害などは



写真-3 阿蘇谷第八工区記念碑



写真-4 南在簡易水道組合水神塔

記録が不十分な場合も多く、自然災害伝承碑から、設計上のコントロールポイント等の把握ができる考える。

(3) 維持管理・点検業務への反映

過去に被災履歴のある箇所は、現在も同様のリスクを有している可能性が高い。伝承碑の分布を把握することで、維持管理計画を策定する上での重点監視箇所の設定や優先順位付けに活用できる。

(4) 住民に災害リスクを伝えるツールとしての活用

数値や図面よりも、具体的な場所と出来事、先人の思いに紐づいた伝承碑は、住民にとって理解しやすい。現地説明会や防災教育において活用することで、地域住民の防災意識の向上につながる。特に若年層に対しては、地域の歴史を学ぶ機会になる。学校教育や地域における防災の学習素材として活用できるようにすることが必要である、

5. 将来へ向けて

ほぼ恒久的に残すことができる石碑は、建立者が長く伝える必要があると認識した事柄について刻むものであり、碑を建てること自体が子々孫々にまで伝えようとする意図を持っている。私たちには災害と復興の記憶を長く継承し、これからの社会に生かすことが求められている。分布や碑文などの資料化を進め、活用できる状態にすることが肝要である。

当然ながら、文化遺産として現地で保存に努める必要があることは言うまでもない。開発などに伴い移転する例もみられるが、安易に移転することはその意味を失うことにもつながりかねない。前述の寛政津波供養塔（一郡一基の塔）などのように指定文化財として保護するなど、官民一体となって地域の文化的資源を守

り、将来へ向けて記憶の継承に努め、活用していくことが肝要である。

謝辞：今回取り扱った自然災害伝承碑の調査は、国土交通省九州地方整備局阿蘇砂防事務所から株式会社建設プロジェクトセンターが受注した、令和6年度阿蘇カルデラ周辺風土特性調査検討業務に伴い実施したものである。このような機会を与えていただいた関係各位に改めて感謝申し上げる次第である。

NOTES

- 注1) 国土地理院：自然災害伝承碑に架かる調査業務実施の手引き第6版，令和6年3月，P6.
- 注2) 独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所 HP ひかり拓本プロジェクト参照
- 注3) 国土地理院：自然災害伝承碑に架かる調査業務実施の手引き第6版，令和6年3月.
- 注4) 同上
- 注5) 前川清一「石橋」表1，『長陽村史』P794.
- 注6) 国土交通省九州地方整備局・熊本県：白川水系河川整備計画（変更），令和2年1月，P6.

REFERENCES

- 1) 熊本測候所編 1952『熊本県災異誌』
- 2) 熊本地方気象台編 1966『熊本県災異誌』第2部
- 3) 久木野村誌編纂委員会 1990『久木野村誌』
- 4) 田中伸廣 2000『阿蘇山と水』一の宮町史 自然と文化阿蘇選書8
- 5) 阿蘇町町史編さん委員会 2004『阿蘇町史』第1巻通史編
- 6) 長陽村史編纂室 2004『長陽村史』
- 7) 白水村史編纂委員会 2007『白水村史』
- 8) 阿蘇市教育委員会世界文化遺産推進室編 2016『阿蘇の「文化的景観」保存調査報告書』
- 9) 北原糸子 2024「自然災害碑」『日本石造文化事典』朝倉書店

(Received April 10, 2026)

(Accepted ?)

About the monument commemorating natural disasters in the Aso caldera region

Nanami MORI, Ryusuke KASUGA and Atsushi TAKEDA

The Geospatial Information Authority of Japan defines stone monuments and memorials inscribed with records of past natural disasters as "natural disaster memorials" and is working to include them on maps. Currently, the Aso Caldera region includes a memorial for the 2016 Kumamoto Earthquake, but in reality, many other memorials exist. The purposes of their construction include commemorating victims, celebrating recovery from disasters, commemorating industrial and social infrastructure development, and recording other accidents and historical events. Many commemorate victims and recovery, but they also play an important role as records of the history of regional infrastructure development, regional history, and accidents, along with records of industrial and social infrastructure development, floods and landslides. Natural disaster memorials are valuable assets that convey records of diverse disasters and regional history, and future challenges include understanding their content and distribution, and utilizing them for disaster prevention measures, long-term memory transmission, and disaster prevention education.

論文作成基礎資料

熊本県測量設計コンサルタンツ協会 技術顧問
熊本大学・名誉教授

滝川 清

成果の発表

事業報告と技術論文

課題・問題の設定



課題を明らかにする。対応策を考える。工夫する。

業務報告：業務の記録、業務の学習



事業報告

課題の出現、対応策の出現



提言

研究：課題への調査・検討、対応・改善策の検討

新たな技術・方法の開発



論文：研究結果のまとめ

技術論文

公表：成果の発表



技術の向上(成果品)、
社会への還元(特に、公共事業等の行政の事業)

課題を見つける ⇒ 技術対応・進化
技術の提案

技術報告・論文の作成に際しては、

- ① テーマ（あるいは業務本来）の目的とタイトル
- ② 目的に対する課題
- ③ 課題に対する対応策
- ④ 対応策の適用（実施）と結果の評価
- ⑤ 結果の評価に基づく今後の課題や方針

等の項目について、順次、記述していくと良いでしょう。

技術提案をする場合も同じです。

技術発表会論文作成要領・例

(Ms-Word版)

技術発表会論文作成要領・例（Ms-Word版）

会社名 所属部 氏 名

このファイルは論文集の原稿（和文）を作成するために必要な、レイアウトやフォントに関する基本的な情報を記述しています。と同時に、版下原稿そのものの体裁（A4）をとっているため、このファイルの中の文章や図表をこれから書こうとしている実際のものに置き換えれば、所定のフォントや配置の原稿を容易に作成することができます。このアブストラクトを含め、タイトル部分の幅は本文よりも左右1 cm ずつ狭くします。アブストラクトのフォントは明朝体 9 pt を用いてください。アブストラクトの長さは6行以内です。アブストラクトの後に1行空けて、キーワードを3～5語、ゴシック体10ptで書いて下さい。

キーワード；熊測協第15回技術発表会，道路線形計画，ユニバーサルデザイン

1. タイトルページ

タイトルページは2つの部分で構成されます。

(a) タイトル部分：横1段組（題目，著者，所属，アブストラクト，キーワード）

(b) 本文部分：横2段組

このほか、フッタ（ページ番号）が付きます。なおソフトウェアによっては、タイトル部分とその下の本文部分が別のファイルに分かれていることがあります。

(1) タイトル部分のレイアウトとフォント

全てのページのマージンはこのサンプルにありますように上辺20 mm，下辺25 mm，左右ともに20 mmに設定してください。タイトル部分の左右のマージンは、本文の左右のマージンよりもそれぞれ10 mm ずつ大きくとって下さい。すなわち、A4用紙の幅に対して左右それぞれ 30 mm ずつのマージンをとります。そして以下次の順にタイトル部分の構成要素を書いて下さい。

タイトル：ゴシック体20pt フォント，センタリング（約15 mm のスペース）

著者名：明朝体12pt フォント，センタリング（約5 mm のスペース）

著者所属：明朝体9pt フォント，センタリング（約10 mm のスペース）

アブストラクト：明朝体9pt フォント，6行以内
キーワード：ゴシック体10pt，3～5語，2行以内

(2) 本文部分のレイアウトとフォント

本文とキーワードの間に約10 mm のスペースを空けてください。

本文は2段組で，左右のマージンは20 mm ずつ，段と段との間のスペースは約6 mm とします。

本文には明朝体10pt フォントを用いて下さい。

(3) フッタ

すべてのページの下辺中央にフッタ機能を使って

ページが入りますが，ページ番号は暫定的に論文表紙を第1ページとしてつけてください。

2. 一般ページ

第2ページ以降はタイトルページの本文部分と同じレイアウトとフォントで本文を作成します。

(1) 脚注および注

脚注や注は避けて下さい。

3. 見出し（見出しが1行以上に長くなるときはこの例のようにインデントし折り返す）

(1) 見出しのレベル

見出しのレベルは章，節，項の3段階までとします。章の見出しはゴシック体とし，2.などの数字に続けて書きます。また，見出しの上下にスペースを空けます。このファイルのサンプルから分かるように，上を2行，下を1行程度空けて下さい。ただしページや段が切り替わる部分は章の見出しが最上部に来るよう調整してください。

(2) 節の見出し

節の見出しもゴシック体で，(4)などの括弧付き数字を付けます。見出しの上だけに1行程度のスペースを空けて下さい。

a) 項の見出し

項の見出しは，括弧付きアルファベットを付け，上下には特にスペースを空けません。項より下位の見出しは用いないで下さい。

4. 数式および数学記号

数式や数学記号は次の式 (1a)

$$G = \sum_{n=0}^{\infty} b_n(t) \quad (1a)$$

$$F = \int_{\Gamma} \sin z \, dz \quad (1b)$$

のように本文と独立している場合でも、 $C_D, \alpha(z)$ のように文章の中に出てくる場合でも同じ数式用のフォントを用いて作成します。数式や数学記号の品質が悪いと版下原稿として受け付けません。

数式はセンタリングし、式番号は括弧書きで右詰めにします。

表-1 ○○の比較

資料番号	高さ h (m)	幅 w (m)
1	1.45	0.25
2	1.75	0.40
3	1.90	0.65

※表のキャプションは表の上に置く。長いときはインデントして折り返す。

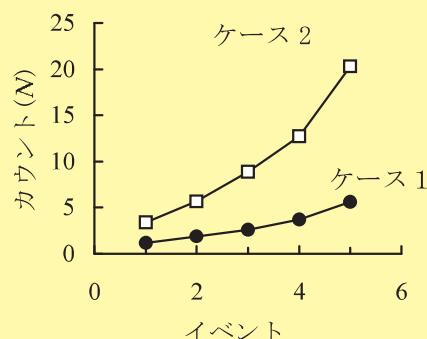


図-2 ○○の傾向分析

※図のキャプションは図の下に置くものとします。

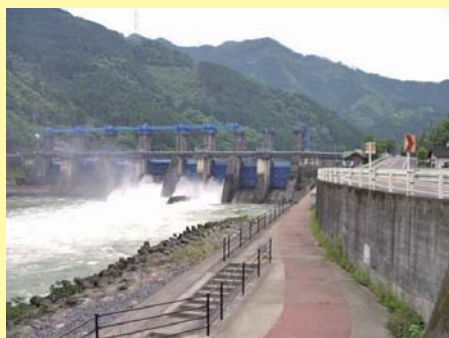


写真-3 ○○ダムの現況

5. 図表写真

(1) 図表写真の位置

図表写真はそれらを最初に引用する文章と同じページにまとめて置くことを原則とします。原稿末尾にまとめたりしてはいけません。また、図表写真はそれぞれのページの上部または下部に集めてレイアウトして下さい。図表写真の横幅は、「2段ぶち抜き」あるいはこのサンプルの表-1、図-2、写真-3のように「1段の幅いっぱい」のいずれかとします。図表の幅を1段幅以下にして図表写真の横に本文テキストを配置することはやめて下さい。図表写真と文章本体との間には1～2行程度の空白を空けて区別を明確にします。

(2) 図表写真中の文字およびキャプション

図表写真中の文字や数式の大きさが小さくなり過ぎないように注意してください。特にキャプションの大きさ (9pt) より小さくならないようにして下さい。図表写真中の文字あるいは表題は本文と同じ言語を使うこととします。

長いキャプションは表-1のようにインデントして折り返します。

6. 参考文献の引用とリスト

参考文献は出現順に番号を振り、その引用箇所でのように¹⁾上付き右括弧付き数字で指示します。参考文献はその全てを原稿の末尾にまとめてリストとして示し、脚注にはしないでください。

なお参考文献リストのあとに1行空けて、原稿提出日を右詰めで書いてください。協会事務局確認後、提出受理日を確定します。

参考文献

- 1) Hill, R.: A self-consistent mechanics of composite materials, *J. Mech. Phys. Solids*, Vol.13, pp. 213-222, 1965.
- 2) Blevins, R.D.: *Flow-Induced Vibration*, 2nd ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- 3) ファン, Y.C.: 固体の力学/理論, 大橋義夫, 村上澄男共訳, 培風館, 1970.
- 4) 土田建次, 木村 一: 版下原稿スタイルフォーマットの作成について, 土木学会論文集, No. 333/II-99, pp. 20-33, 1994.

(編集後記)

技術発表会実行委員

技術委員会	担当副会長	高宮 龍二	㈱スペック
	委員長	大見多佳人	㈱東亜建設コンサルタント
	副委員長	田 英幸	㈱旭技研コンサルタント
建コン部会	部会長	田尻 雅彦	㈱ウラタ・シビル・コンサルタント
	委員	奥嶋 一文	アジアプランニング㈱
	〃	松谷 征洋	㈱九英
	〃	磯崎 敦子	㈱コンサルハマダ
	〃	積 幸昭	双建コンサルタント㈱
	〃	長井 英治	㈱タイセイプラン
	〃	宮部 静夫	㈱太平総合プラン
	〃	古閑 祐治	㈱中央測量設計
	〃	乙丸 正彦	東和測量設計㈱
	〃	村田 徳弘	㈱ワールドコンサルタント
論文指導スタッフ	坂本 竜太	アジアプランニング㈱	
	徳山 雄一	㈱AR I A K E	
	出口 敏	㈱十八測量設計	
	今蘭 淳司	㈱水野建設コンサルタント	



一般社団法人 熊本県測量設計コンサルタンツ協会

〒862-0924 熊本市中央区帯山 1 丁目38番31号

TEL 096-385-9390 FAX 096-385-9391

<http://www.kumasoku.or.jp/>