

発表事例④【広島県測協】 太田川矢口第一流量観測外業務

全測連 中国地区協議会
第6回土木設計関係技術発表会

令和元年10月1日



株式会社荒谷建設コンサルタント

計測情報部地理情報課 清木智成

本日の発表内容

1. 業務概要
2. 業務内容の紹介
 - ①高水流量観測
 - ②内水調査
 - ③洪水痕跡調査
3. 高水流量観測の工夫・精度向上について
4. 成果品の工夫について
5. 高評価となった要因について
6. おわりに

1. 業務概要

業務名	太田川矢口第一流量観測外業務
発注者	国土交通省 中国地方整備局 太田川河川事務所
業務の目的	総合的な河川管理にとって必要な基礎的データの収集及び流域管理を目的とし、流量観測を行うとともに、太田川及び小瀬川流域と広島西部山系直轄砂防事業区域内の水文観測所において、平成30年に観測した水位・雨量・地下水位データを整理した業務である。
業務内容	・河川定期横断測量、深淺測量(3観測所) ・高水、低水流量観測(3観測所) ・簡易水位計を用いた水位観測(25地点) ・洪水痕跡調査(17km) ・水位流量曲線作成(15観測所) ・堤体地下水位観測(20地点) ・概略内水調査(安佐北区口田地区) ・固定式電波流速計観測(1観測所) ・水文資料整理(雨量34観測所、水位29観測所、流量14観測所、地下水位10観測所)

本業務は多くの工種があり、全てご紹介させて頂きたいところですが、時間の関係上、緊急性が高く、平常時行うことが無い高水流量観測、内水調査、洪水痕跡調査をメインに内容をご紹介させて頂きます。

2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

まず、高水流量観測とは何か？

国土交通省では河川管理、防災監視等のための情報収集及び国土保全、開発のための基礎調査等として、雨量、水位、流量、水質、底質、地下水位及び地下水質を対象とした水文観測を行なっています。（他省庁、地方自治体も実施しており、全国で行われている業務である）

高水流量観測は水文観測の『流量』に該当し、河川の洪水時流量を求める事を目的としています。

河川流量は直接計測することはできないため、まずは流速(V)を求める事から始まり、その後、横断面積(A)を乗じて流量を算出します。 $(Q=A \times V)$

観測の方法として、浮子と呼ばれる釣りの浮きのようなものを河川に投下し、所定の区間の流下時間から流速を出す浮子観測が全国スタンダードであり、その他として電波流速計、ADCP、画像解析等による方法もあります。



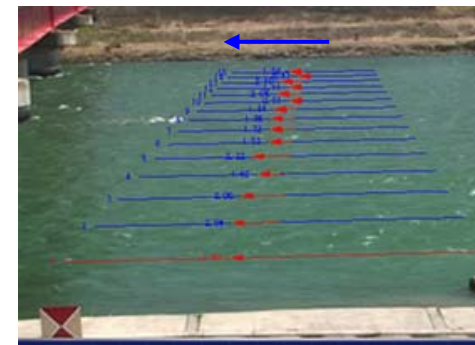
浮子(一般手法)



電波流速計



ADCP



画像解析

(出典:神戸大学HPより)

本日は矢口第一観測所を例に、浮子による高水観測を行った事例紹介します。

2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

矢口第一観測所の位置及び特徴



矢口第一観測所 位置図
(出典:地理院地図)

矢口第一観測所の位置・特徴

- ・広島市中心部の北側に位置しており、河口から約11km、広島ICから約1kmの場所に位置しており、観測所の近くにはJR芸備線安芸矢口駅がある人口集中地域内にある観測所である。また、上流約3kmに高瀬堰があり、堰操作で河川水位が急に変わる観測所特性を持つ。
- ・河床勾配は1/620と緩やかであるが、高水敷まで水位が上昇すると川幅は300mにもなり、霧が出ると対岸まで見えない場合もある。
- ・広島市内の観測所のため人や車の往来が多く、接触事故を防止するためにも作業時の安全確保が重要。

2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

■平成30年7月6日の太田川水系の状況について

平成30年7月6日(金)は台風7号から変わった熱帯低気圧の影響を受け梅雨前線が活発化し、西日本の広い範囲で記録的な大雨となり、太田川水系では軒並み氾濫注意水位を超過、根谷川、三篠川では氾濫危険水位を超過し、三篠川水系中深川観測所では既往最高水位(S40.6)に次ぐ、観測史上2位の水位を記録した。

矢口第一観測所においても避難判断水位を超過する洪水予測が出たため、監督員の指示により高水流量観測を実施した。

流量観測の前提条件

- ・高水観測は水位の立ち上がり⇒ピーク水位⇒水位の下降まで一連で観測する事が基本。
- ・出水時のピーク流量は必要なため、ピーク水位が何時来るか予測しながら観測する必要があり、技術者の経験が必要。



平常時 (GoogleEarthより)



7月7日 10時 弊社UAVで撮影
(最大水位から約1.6m水位低下した状況)

2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

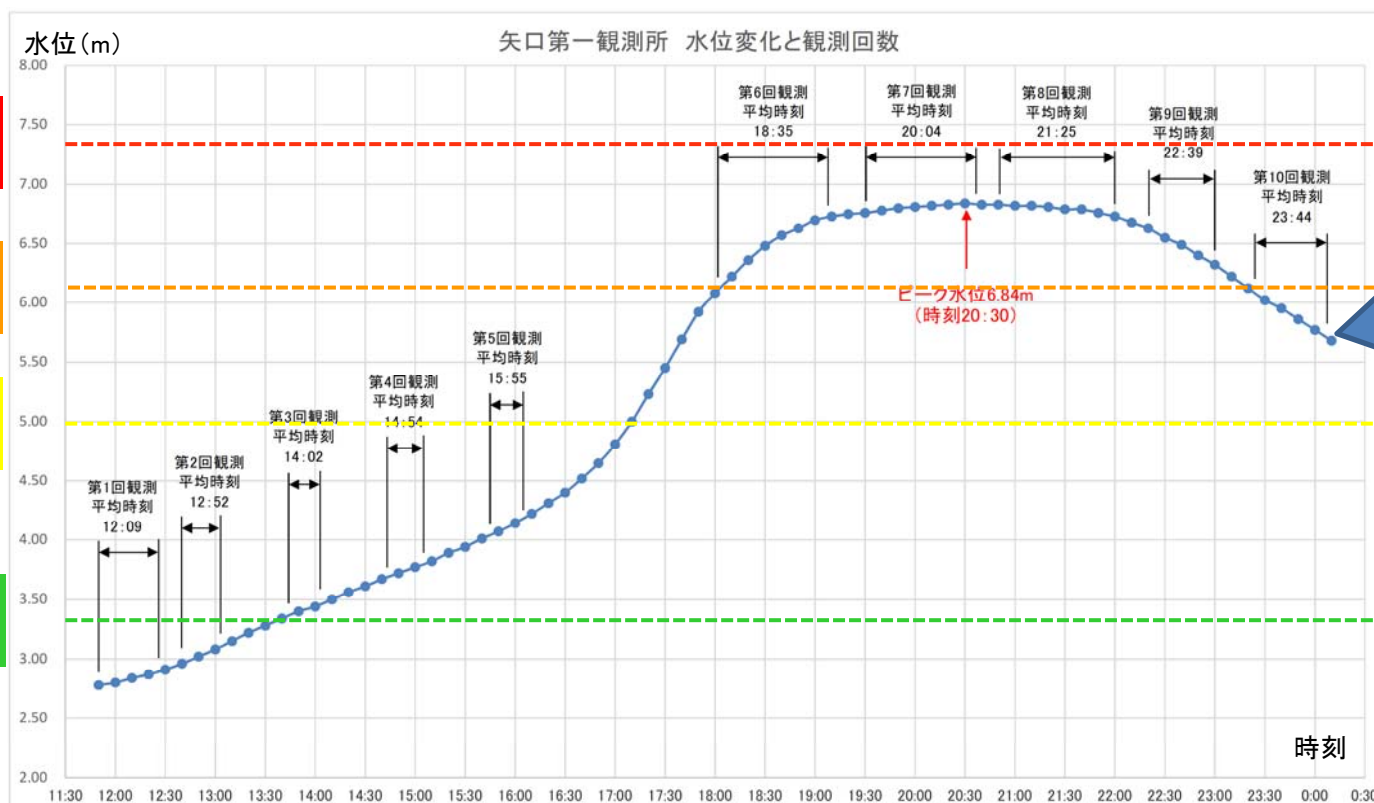
■高水流量観測の指示～帰社までの状況について

7/6(金) 10:18 監督員から出動指示
 10:50 会社出発
 11:50 第1回観測開始
 7/7(土) 0:15 第10回観測終了報告
 1:20 帰社報告

出動指示から観測開始まで2時間以内
 に対応(事前準備が重要)

水位が高く、10時間以上の観測となっ
 たが、事故もなく終了

■矢口第一観測所における水位の状況について



氾濫
危険水位

避難
判断水位

氾濫
注意水位

水防団
待機水位

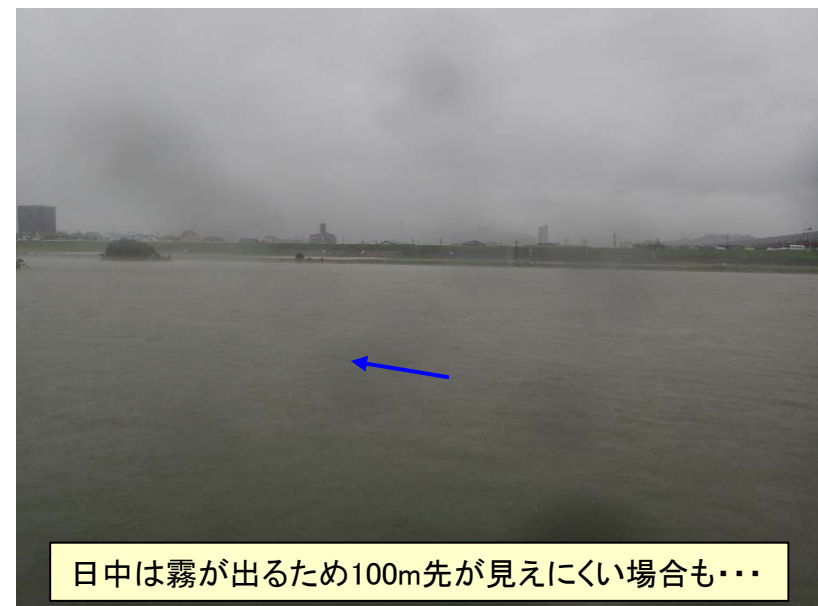
■矢口第一観測所 高水位状況

平成11年6月29日 6.04m
 平成17年9月7日 8.06m(既往最高)
 平成18年9月16日 5.57m
 平成22年7月14日 6.65m

平成30年7月6日 6.84m(今回)
 平成で2番目の高水位を記録

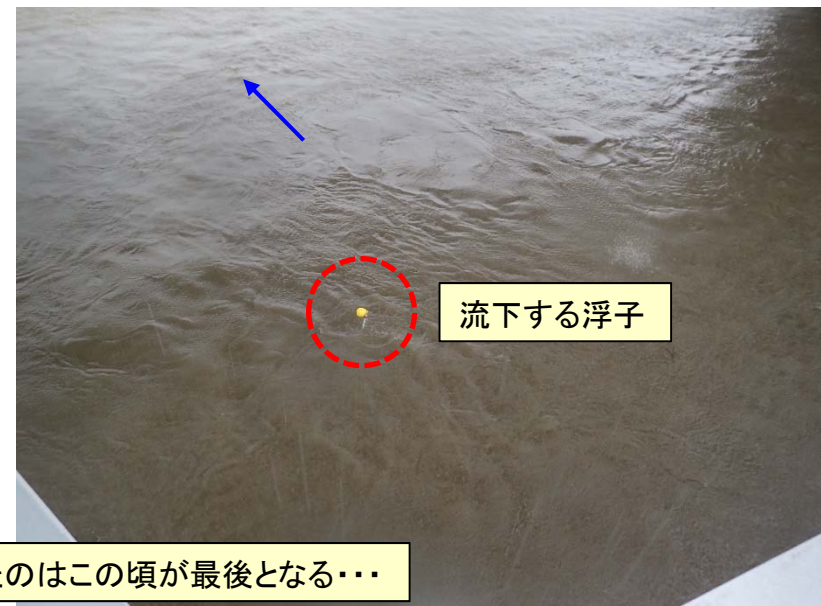
2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

■高水流量観測の実施状況について(7/6 12:00頃 水防団待機水位以下)



2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

■高水流量観測の実施状況について(7/6 16:00頃 水防団待機水位超過)



2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

■高水流量観測の実施状況について(7/6 18:00頃 避難判断水位超過)



高水敷が冠水すると視覚的に圧迫感が増し恐怖感に変わってくる。
この頃から**防水トランシーバーであっても壊れ**始め、携帯電話を片手に悪戦苦闘が始まる・・・



河川の色が**濃い土色に変わり**、異変を感じ出す



霧でなく**豪雨で対岸が見えなくなる**ことも・・・

2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

■高水流量観測の実施状況について(7/6 19:00頃 ピークの2時間前)



19時頃から救急車が頻繁に往来しだし、『ただ事でない事態が発生したかもしれない』と考えだすようになる。

平成26年8月豪雨(八木土砂災害)の時もそうであったが、現地調査中は情報収集する余裕は無く、現地の状況以外は周辺で何が起こっているのか帰社して初めて知る事が多い。

また、19時の観測中に作業員が『土の匂いがする』と言った事を覚えており、翌日のニュースで矢口第一観測所の近隣の口田地区で土石流が発生して住民の方がお亡くなりになった事を知りました。

『土の匂い』について絶対ではありませんが注意が必要と改めて感じました。

2. 業務内容の紹介 ①高水流量観測

■高水流量観測の結果として

避難判断水位を超過したものの、事前に決めていた作業中止水位まで到達することはなかったため観測を続行し、水位上昇～ピーク水位～水位下降までの幅広いデータを取得し、事故やトラブル無く現地作業に対応しました。

今回矢口第一では**4,000 m^3/s** を超える流量を記録し、このクラスの出水は平成22年度以来であり、**8年ぶりに水位が高い時の流量データを観測**できました。

その後高水流量観測結果はどう使われるのか？

合理的な治水計画を行うためには連続した水位、流量、雨量データが必要となります。

水位と雨量については観測機器で連続観測しているため大丈夫ですが、**連続した観測ができないのが流量**です。

1年中休み無しで流量観測をし続けることはできませんので、低水・高水流量観測結果や過去の流量観測結果を基に、水位と流量の関係を表した水位流量曲線式を作成し、そこへ水位を代入することで**連続した流量値を算出**しています。

精度の高い流量を求めるためには**精度の高い流量観測結果が必要**となるため、流量観測受託業者は日々精度向上に努めています。



水位Hを代入すると計算上の流量Qが求まります

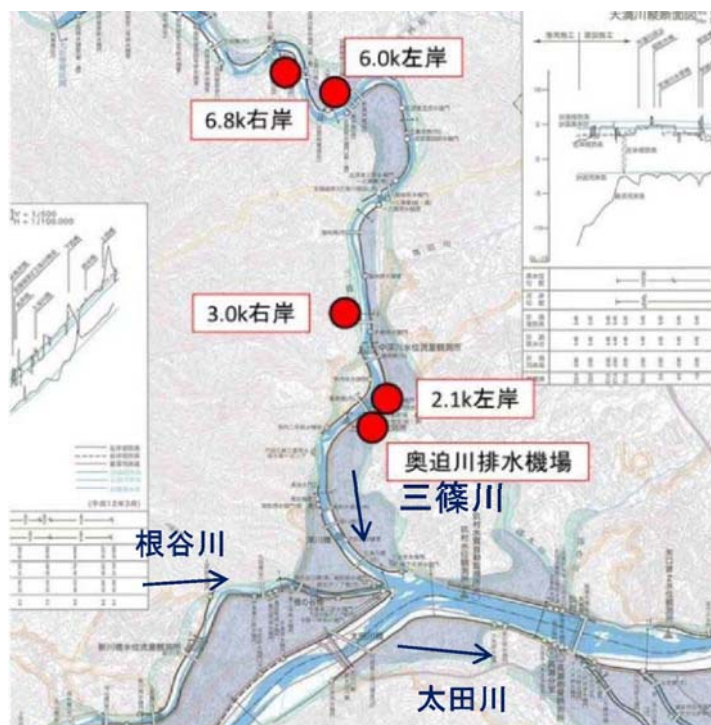
2. 業務内容の紹介 ②内水調査

まず、内水調査とは何か？

大雨等により浸水が発生した際は被害範囲、被災戸数の調査及び、今後の排水計画の資料とするために行う基礎的調査です。 浸水が発生する原因は以下の二つがあります。

- ①外水: 堤防から本川水が越流、堤防の決壊により本川水が流入(本川に原因がある)
- ②内水: 本川の河川水位が高くなり、堤内地に本川の水が流れ込まないよう樋門が締め切られ、堤内地の支川、山水等が行き場を無くし溜まるもの(本川に原因が無い)

昨年平成30年7月6日において太田川水系では三篠川を中心に内水が多々発生し、弊社は[広島市安佐北区の口田地区](#)の概略内水調査を行いましたので事例をご紹介します。



2. 業務内容の紹介 ②内水調査



口田地区接合写真(7月7日 11時 弊社撮影)

2. 業務内容の紹介 ②内水調査

高水流量観測中に監督員より『口田地区で内水が発生したため調査可能か』と連絡が入り、対応するにあたり以下の課題と問題点があった。

課題

迅速に調査を開始し、調査結果を最優先で報告する必要がある

問題点

- ①高水流量観測中であり、内水調査班を急遽作成する事が難しい
- ②広島市からの避難指示が出ている深夜・悪天候の中で予備員の追加招集が難しい
- ③7月7日朝から本川の洪水痕跡調査も指示されており、作業員の休息が必要
- ④現地調査用図面が無い
- ⑤7月6日から7日の日付が変わる頃に強雨の予報があり、内水痕跡が雨で洗い流される
- ⑥夜間で家屋数も多い地区のため全戸の浸水深を調査する時間的猶予が無い

対応結果

- ①、②、③他の観測所の高水観測が終了したため、矢口第一観測所に作業員を集合させたうえで、現地で人員を再調整し、2班4名の緊急調査班を編成し、残りの作業員は後続作業である洪水痕跡調査を行うために休息を取らせた。
- ④過去に口田地区の内水調査をした実績があったため、サーバから図面データを出し、早急に現地調査図を用意した。
- ⑤現地調査図を持ち、準備開始から2時間以内に現地調査を開始した。
- ⑥監督員と電話協議し、浸水深は翌日対応として、まずは浸水エリアを確定させる事を優先させる提案を行い、了解のうえ作業に着手した。

2. 業務内容の紹介 ②内水調査

■概略内水調査の指示～帰社までの状況について

7/6(金) 22:30 監督員から調査追加の指示

7/7(土) 0:15 内水調査準備開始

2:00 現地到着作業開始

3:00 作業終了

3:50 帰社報告

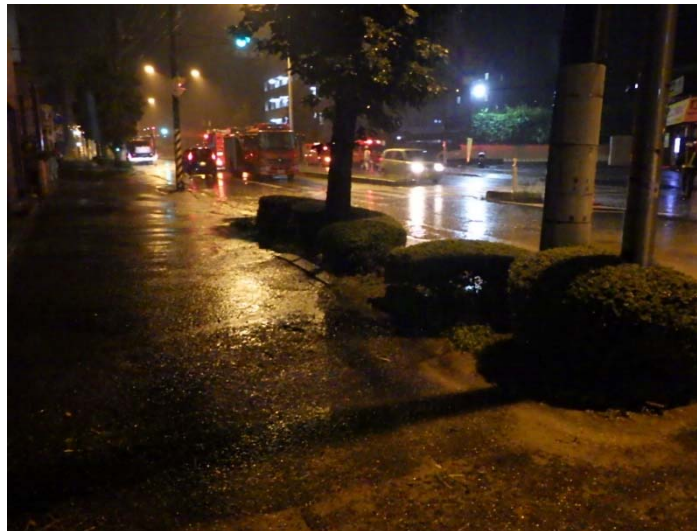
4:47 調査結果報告

高水流量観測中に内水調査対応開始

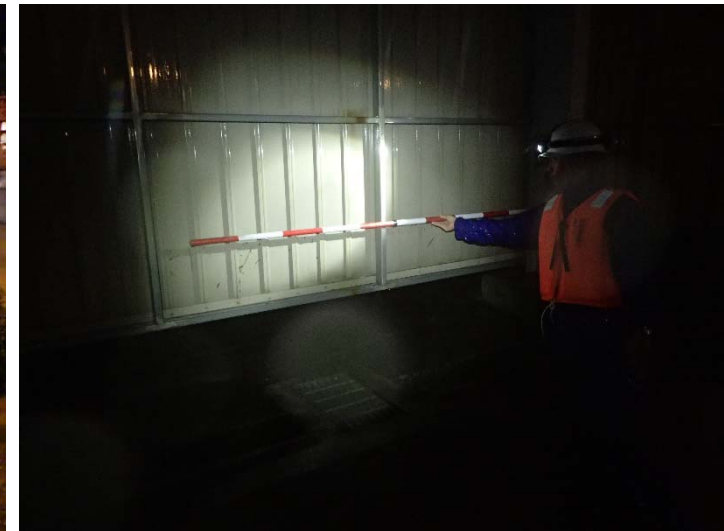
帰社後、約1時間で調査結果図を提出



濁水で水路の有無もわからない危険な状況



強雨で痕跡が消えつつあり、時間との戦い



残っている痕跡から内水範囲を特定

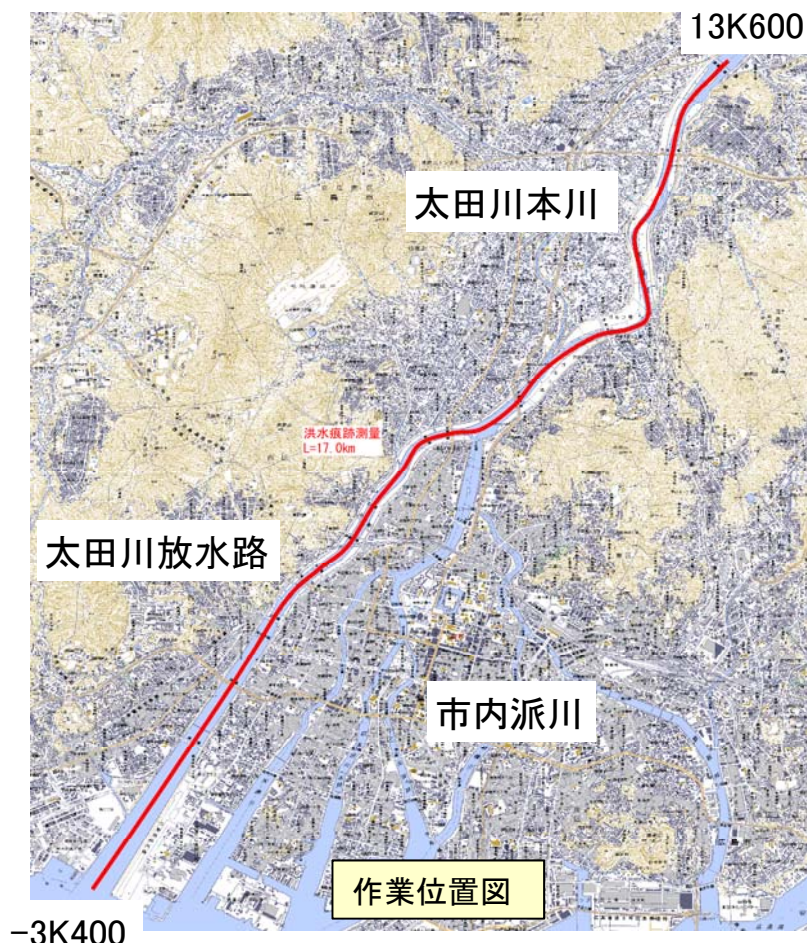
現場状況の悪い夜間調査で**事故の危険性が高い現場であったが**、現地に精通し、口田地区の内水調査実績のある技術者を配置させたことにより**無事故で迅速な対応ができた**と考える。

2. 業務内容の紹介 ③洪水痕跡調査

まず、洪水痕跡調査とは何か？

洪水痕跡調査は、治水計画における河道解析において水位計算を適切なものにするための祖度係数を設定または、氾濫シミュレーションの検証を行うための基礎資料を得ることを目的に行うものです。

7月6日出水を受け、太田川水系の洪水痕跡調査が指示され、弊社では太田川本川-3K400～13K600区間の計17kmを受け持ち緊急調査を実施しました。



課題

迅速に調査を開始し、調査結果を速やかに報告する必要がある

問題点

- ①作業箇所が広島を中心地のため、ボランティア清掃により痕跡が無くなる可能性が高い
- ②降雨後の晴天で高温多湿となり熱中症のリスクが増加する

対応結果

- ①まず痕跡位置にマーキングする作業を優先させ
標高測量は後日対応とした
- ②KY活動を確実に実施し、こまめな水分補給
ならびに、空調服の着用を推奨した

2. 業務内容の紹介 ③洪水痕跡調査

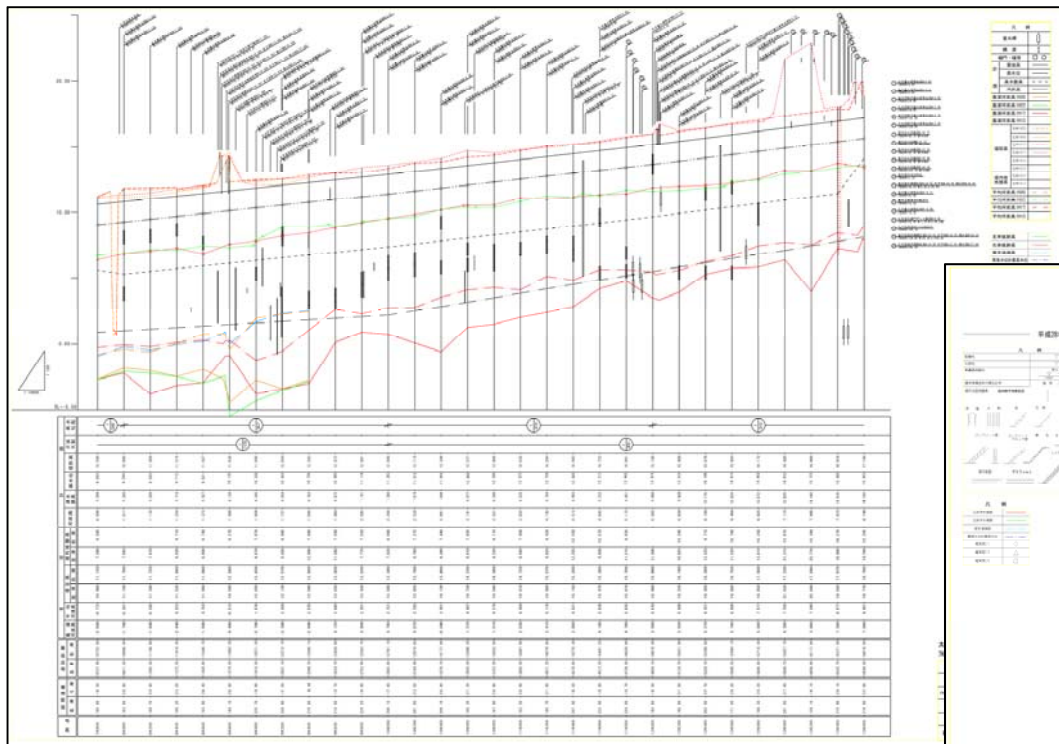
■作業状況写真



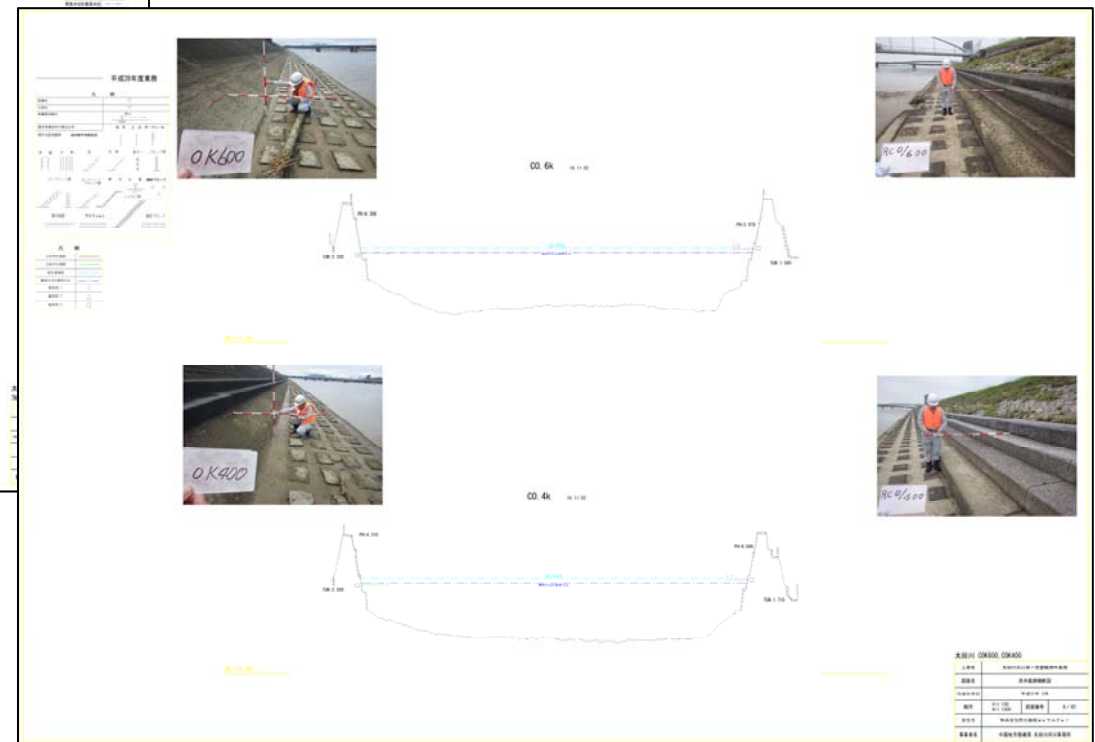
2. 業務内容の紹介 ③洪水痕跡調査

■内業

痕跡測量により痕跡高が求まると、縦横断図に痕跡高をプロットし痕跡縦横断図及び、痕跡高一覧表、写真集等を作成します。



痕跡縦断図



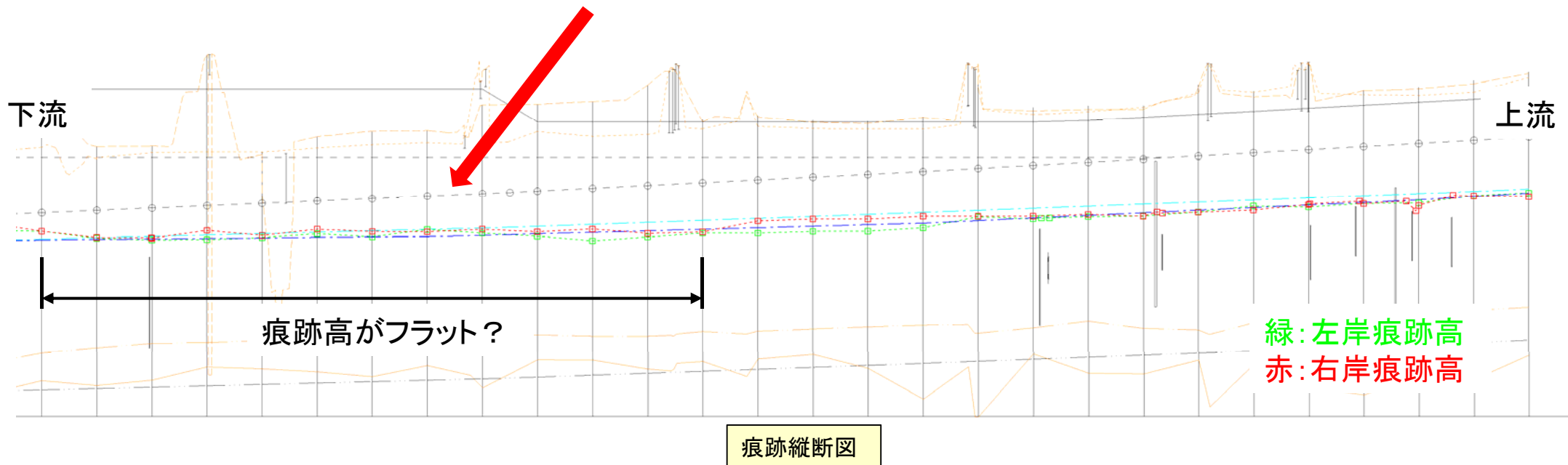
痕跡横断図

2. 業務内容の紹介 ③洪水痕跡調査

■問題発生

内業が順調に進むと思い作業を進めていくと**痕跡高に問題点**があることが判明しました。

問題点として、河床勾配があるため**痕跡高も勾配を持つはず**であるが、河口区間において**痕跡高の勾配が無くなり、痕跡高がフラットになっていることが判明した。**

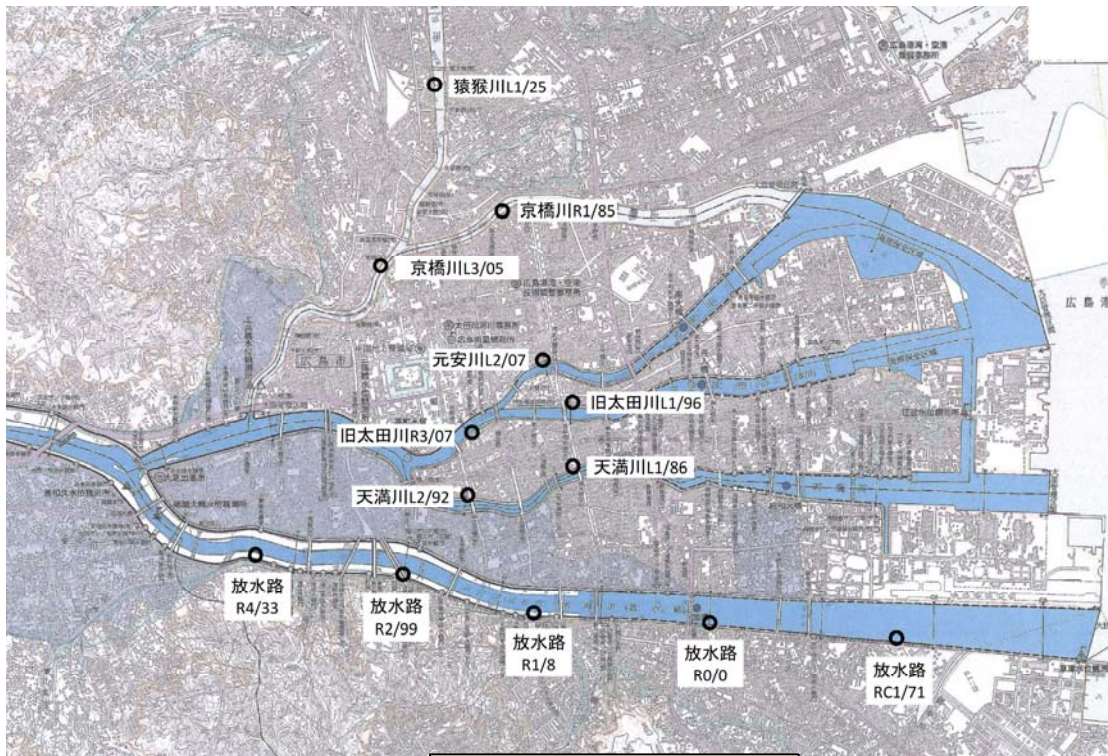


2. 業務内容の紹介 ③洪水痕跡調査

■原因究明

矢口第一が7/6 20:30に水位ピークを迎えているため、流速と距離から考えた場合、**太田川河口部では21:30～23:00頃に水位ピークを迎えた**と考えられました。

太田川放水路、市内派川は簡易水位計による連続水位観測を実施しており、監督員の指示により回収した簡易水位計の21:30～23:00頃の水位を確認したところ、観測水位に比べ痕跡高の方が大幅に高く、7/7早朝の満潮により**ゴミや泥の痕跡が出水高とは関係ない位置に付いている事が判明**しました。



簡易水位計観測位置図



気づかないと、誤った成果を納品することになり...

2. 業務内容の紹介 ③洪水痕跡調査

■結果として

監督員と協議し、満潮の影響があると考えられる区間の痕跡高は参考扱いとして成果を取りまとめる事となり、海に近い部分は潮位により痕跡高が変わる事が改めて確認されました。

特に干満差が大きい瀬戸内海では今回のようなケースが今後もあると考え、痕跡調査を指示頂く際の参考資料として、観測所・簡易水位計の水位を基に推定満潮範囲図を作成して併せて納品しました。



3. 高水流量観測業務の工夫・精度向上について

①事前準備

指示を受けてから準備ではピーク水位を逃す可能性が高いため、出水が予測される際は携行品を事前に準備し、いつでも出動できる体制の構築が必要です。

②社員教育

水位は刻々と変化し、同一条件で再測できないため高水流量観測は常に一発勝負です。下流域は河川整備が完了し河道断面も大きいため、上流域に比べ水位が上がらない事があり、年によっては高水流量観測を行わない時もあります。

また、高水観測は実施しても年に1～2度の頻度のため、年度を跨いだり期間が空くと『やり方はどうだったかな？』という観測技術の低下が発生してしまう問題点があります。

そのため、観測技術の維持・流観未経験者への教育が課題となり、その対応策として、作業方法をマニュアル化したうえで作業員への教育ならびに、出水時ミーティング、廃棄予定の浮子を使用した高水観測予行演習を行い観測精度を向上させる取り組みを行っています。



事前教育状況



出水時ミーティング状況



高水観測予行演習状況

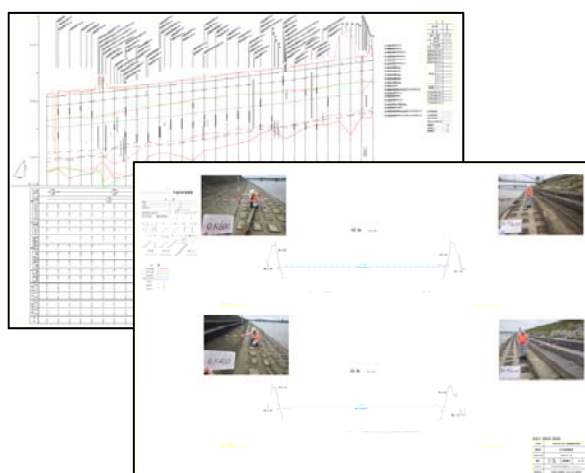
③作業ミス防止

水位や雨量のデータ整理は膨大な作業量のため、人が行くと必ずミスが発生します。

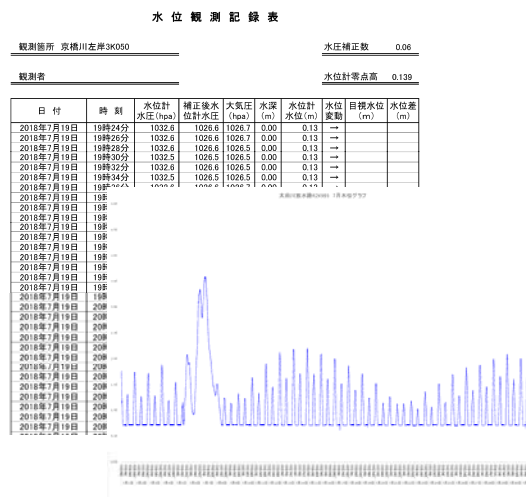
弊社では自社開発の専用プログラム(5種類)を用いてミスの無い成果品作成ならびに作業効率を向上させるよう取り組んでいます。

4. 成果品の工夫について

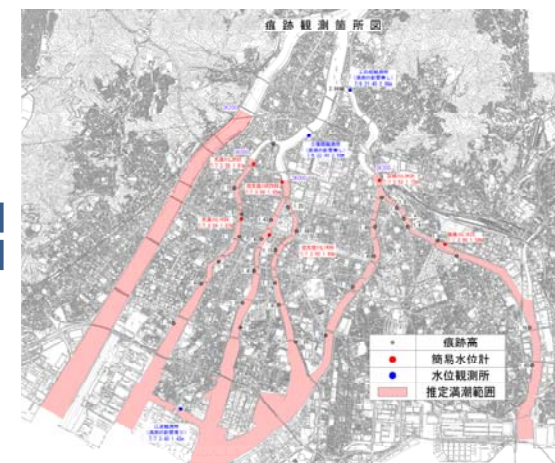
特記仕様書に記載してある成果品は当然納入対象ですが、観測したデータを一工夫させることにより付加価値が付いたり、仕様書に無い有益な成果品が生まれる場合もあります。



痕跡調査では縦横断図、痕跡高一覧等しか
納入対象ではない



水位観測では水位記録表、水位
グラフしか納入対象ではない



痕跡調査、水位観測を組み合わせる
事により推定満潮位図が生まれた

その他の例として

- ・流速を計測する作業の場合、断面積をかけると流量まで求めてみる
- ・流量があるのであれば、水位流量曲線を作成してみる
- ・定期縦横断測量であれば、前回との断面積差に区間距離を乗ずれば5年間の移動土砂量が出る

ほんの少し手間をかける事で意外な評価を受けることもあります。

実施するかしないかは技術者の判断になりますが、やってみる価値はあるかと思います。

5. 高評価となった要因について

①平成30年7月6日出水対応

- ・指示を受けて2時間以内に高水流量観測を開始できたこと、また口田内水調査の緊急要請に業務実績を有する技術者を配置し、柔軟・迅速に対応した。
- ・痕跡高を算出後、簡易水位計・水位観測所のデータを基に整合性を確認し、痕跡高に異常値が確認された時は再調査を実施し、痕跡測定の精度向上を図った。

②創意工夫

- ・電波流速計流速観測について、電磁流速計と比較検証を行い妥当性を検証した。
- ・電波流速計の設定について、セッティングを繰り返し観測精度を上げる取り組みを行った。

③成果品の工夫

- ・前述したように、仕様書に無い有益な成果品併せてを納入するよう取り組んだ。

④打合せ資料の工夫

- ・打合せ資料には写真、図表を多く組み込み監督員が理解しやすい資料になるよう心がけた。

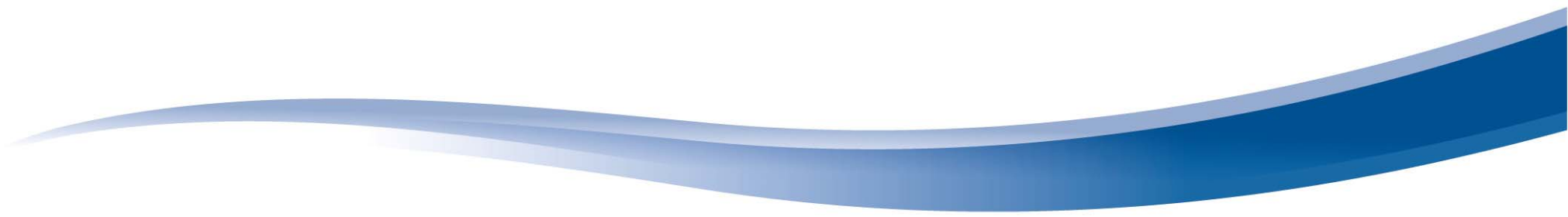
6. おわりに

本業務は西日本豪雨の中、作業員一丸で対応した結果を評価して頂けたと考えています。

ご指導ならびに、本発表会に使用する写真、成果等の使用を快諾して頂きました、太田川河川事務所 関係者の皆様にこの場をお借りし感謝申し上げます。

地球温暖化の影響により台風の大型化し、線状降水帯の発生で災害の頻度は増え、被災規模は甚大化しています。

豊かで安心できる地域社会づくりに貢献するためにも、今後とも技術研鑽に努めてまいりたいと思います。



ご清聴ありがとうございました。