

公共事業情報化施工現場事例

嘉瀬川ダム本体工事



嘉瀬川ダム本体建設工事

鹿島・青木あすなろ・松尾共同企業体工事事務所

嘉瀬川ダムのこれまでの経緯

昭和48年	4月	実施計画調査開始
昭和63年	4月	建設事業着手
平成4年	1月	ダム基本計画告示
平成7年	1月	損失補償基準妥結調印
平成15年	7月	転流工着手
平成16年	3月	ダム基本計画変更告示
平成17年	2月	転流開始
平成17年	9月	付替国道323号の一部供用開始（古湯進入路～栗並） ダム本体基礎掘削開始
平成19年	6月	ダム基本計画変更告示
平成19年	10月 2日	本体コンクリート打設開始
平成20年	3月	副ダム工事発注、施工着手
平成20年	4月20日	ダム本体定礎式
平成20年	10月31日	ダム本体コンクリート打設量50万m ³ 達成
平成21年	3月18日	副ダム転流式
平成21年	10月 1日	副ダムCSG打設開始
平成21年	10月10日	副ダム定礎式
平成21年	12月16日	ダム本体打設完了式
平成22年	6月15日	副ダム打設完了式
平成22年	3月31日	付替市道大野大串線開通式
平成22年	10月19日	嘉瀬川ダム試験湛水開始

嘉瀬川ダムの建設位置

嘉瀬川ダムは、平成23年度の事業完成を目標に嘉瀬川の河口から約30kmの位置(佐賀市富士町)に建設中の重力式コンクリートダムである。



嘉瀬川ダム完成イメージ

嘉瀬川ダム の 目的 及び 諸元

嘉瀬川ダムは、洪水調節を始め6つの目的を有し、その規模は、ダムの高さが約97m、ダムの総貯水容量が71,000千m³の多目的ダムである。

○事業の目的

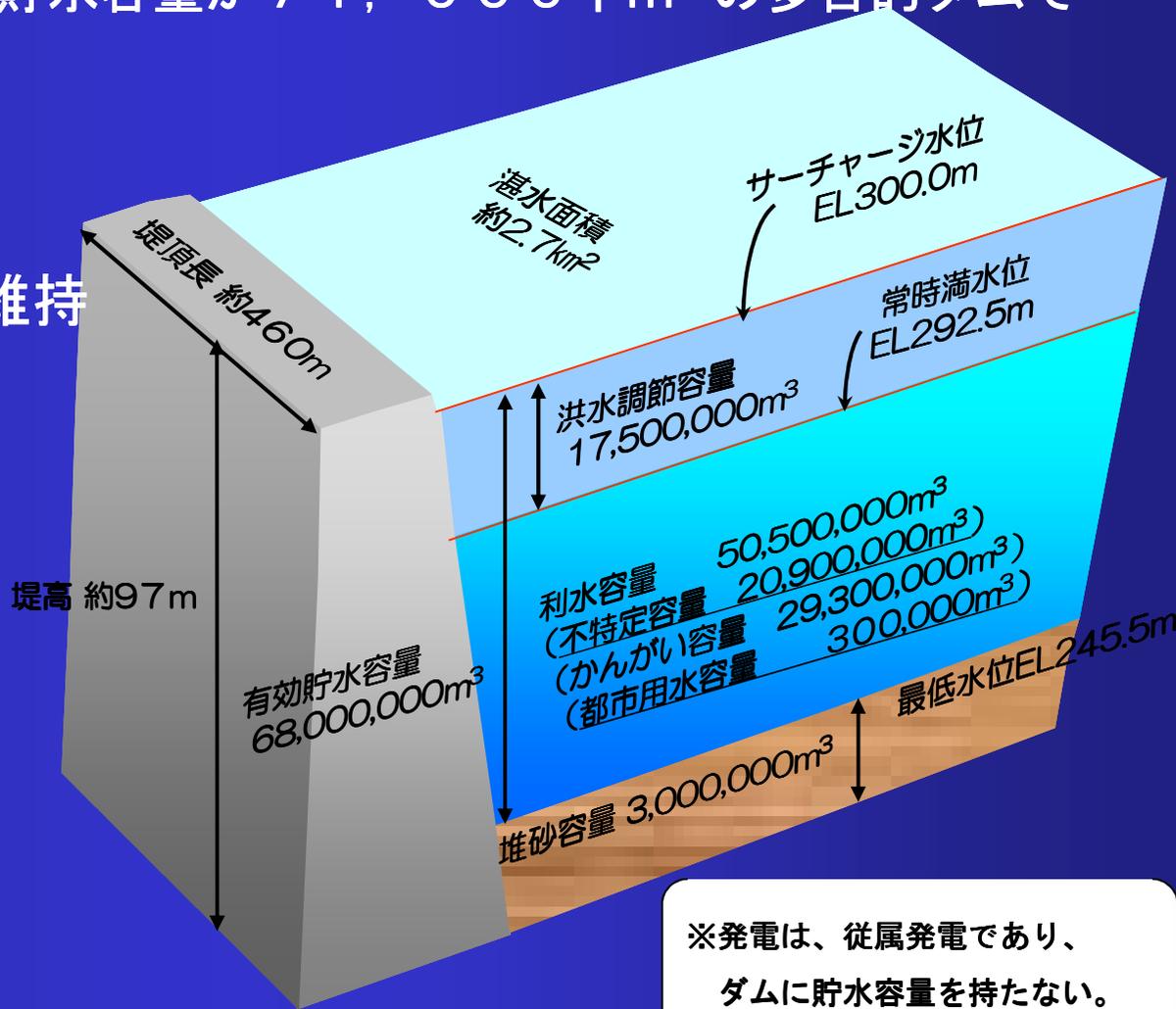
- ①洪水調節
- ②流水の正常な機能の維持
(不特定用水の確保)
- ③かんがい用水の確保
- ④水道用水の確保
- ⑤工業用水の確保
- ⑥発電

○総事業費

約1,780億円

○事業工期

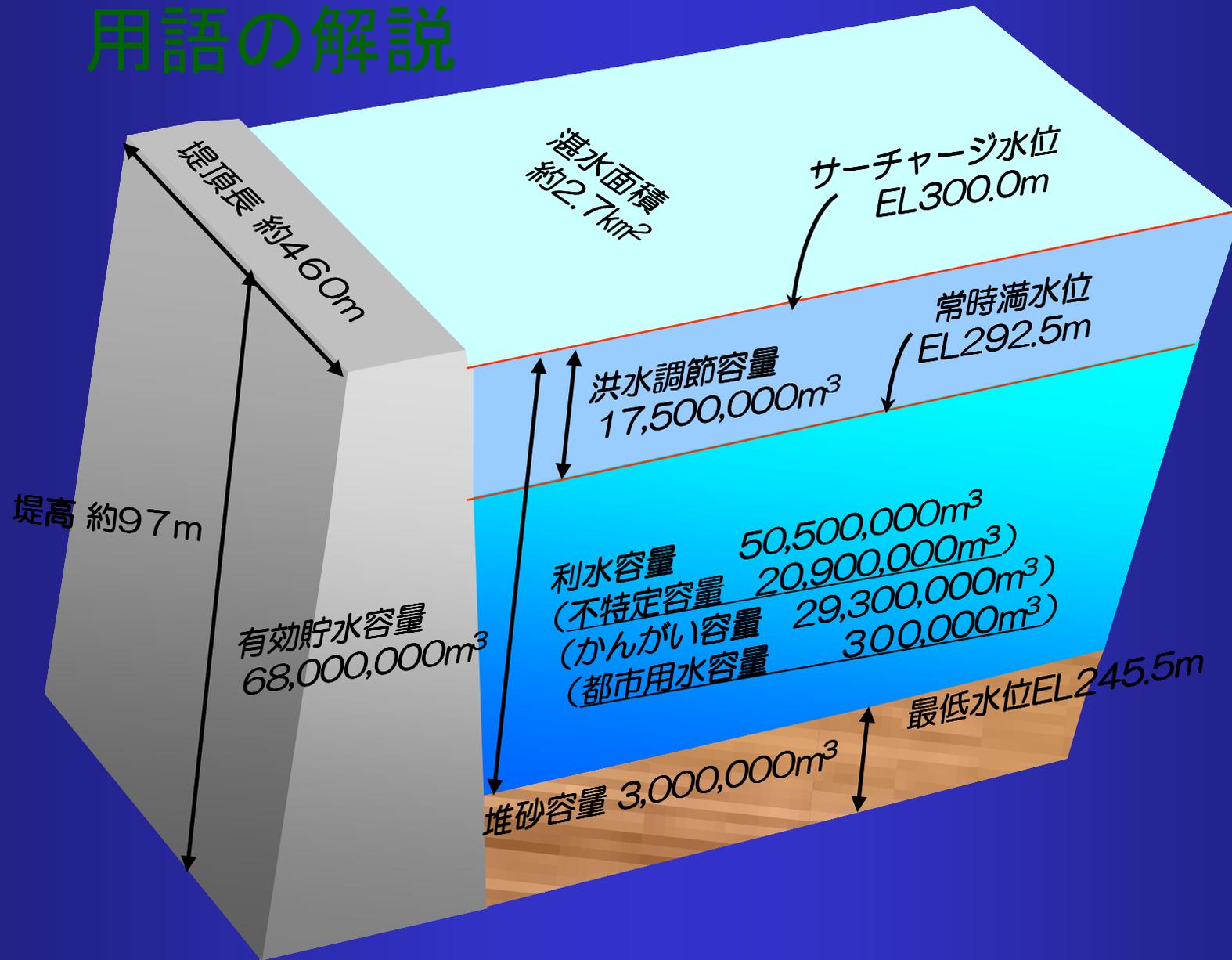
平成23年度迄



※発電は、従属発電であり、
ダムに貯水容量を持たない。

嘉瀬川ダム容量配分図

用語の解説



用語の解説

設計洪水位(DWL)

予想される最大の洪水(200年に一回程度)が発生した時の流量を設計洪水流量といい、そのときの貯水池の水位を設計洪水位といいます。この時、ゲートは全開されています。自然現象として予想される最高の水位と考えられます。

常時満水位(NWL)

ダムの目的の一つである利水目的(水道、かんがい、工業用水など)に使用するために、貯水池に貯めることが出来る最高水位。貯水池の水位は、渇水と洪水の時期以外は常時この水位に保たれます。

サーチャージ水位(SWL)

洪水時、一時的に貯水池に貯めることが出来る最高の水位。

最低水位(LWL)

貯水池の運用計画上の最低の水位。ダムの堆砂容量が水平に堆砂したときの堆砂上面とするものが一般的で、この場合堆砂位ともいいます。

用語の解説

洪水調節容量

常時満水位からサーチャージ水位までの容量。

利水容量

最低水位から常時満水位までの容量。利水容量は利水目的に応じて利水目的毎の容量に分割されます。

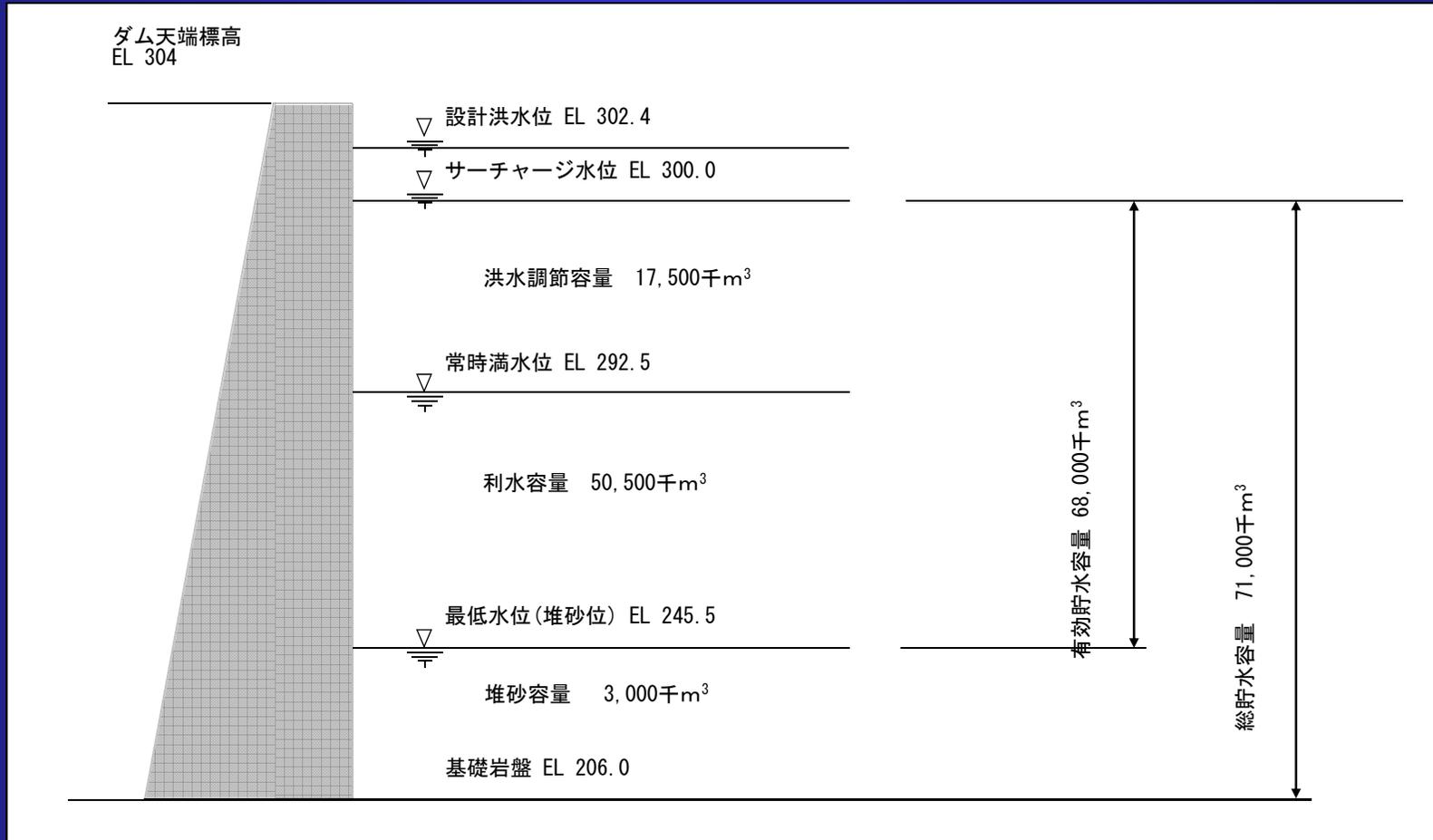
有効貯水容量

ダムの総貯水容量から堆砂容量と死水容量を除いた容量。

堆砂容量

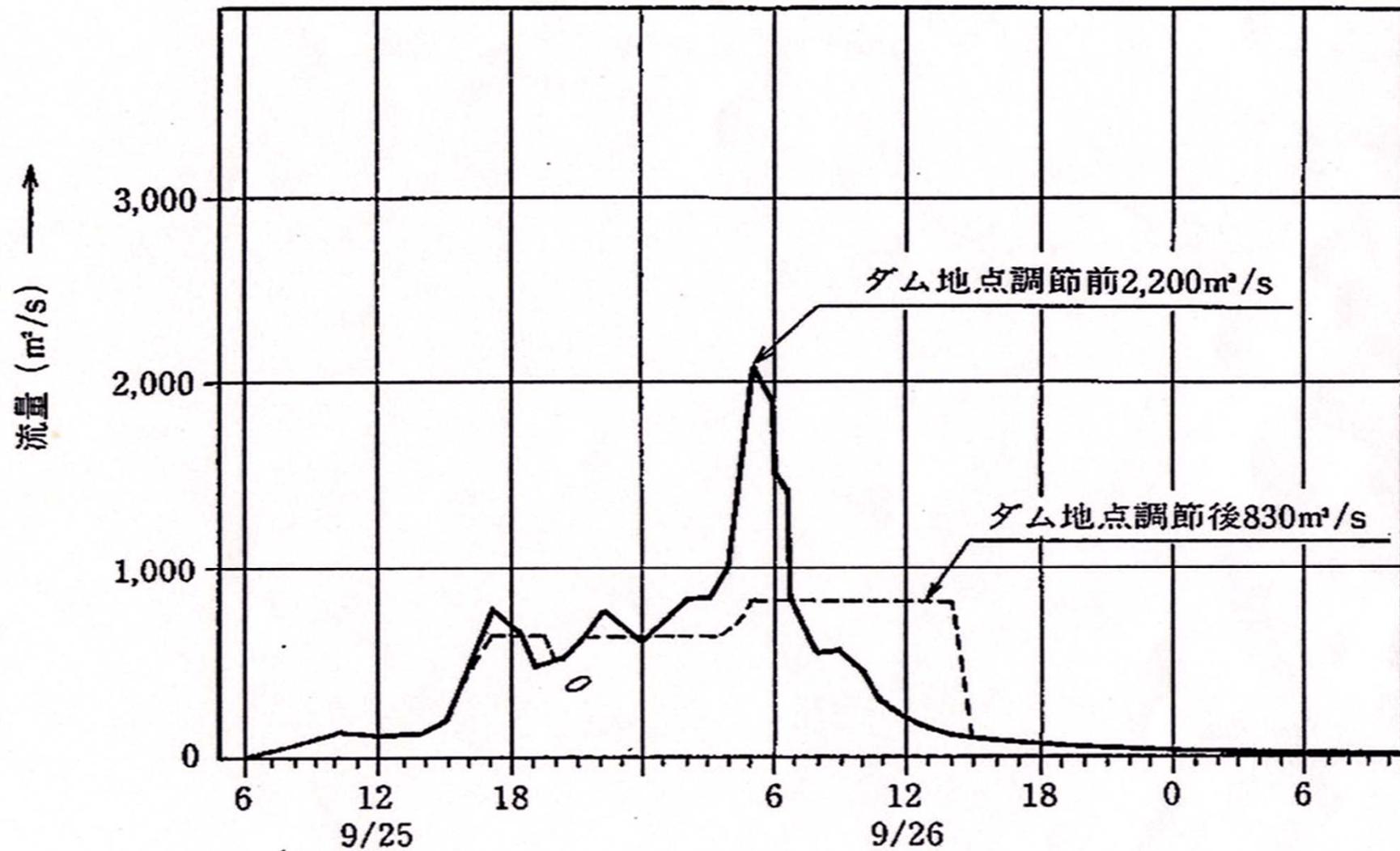
一定期間(一般には100年間)にダム貯水池に堆積すると予想される流入土砂を貯える容量。

(1) 洪水調節計画



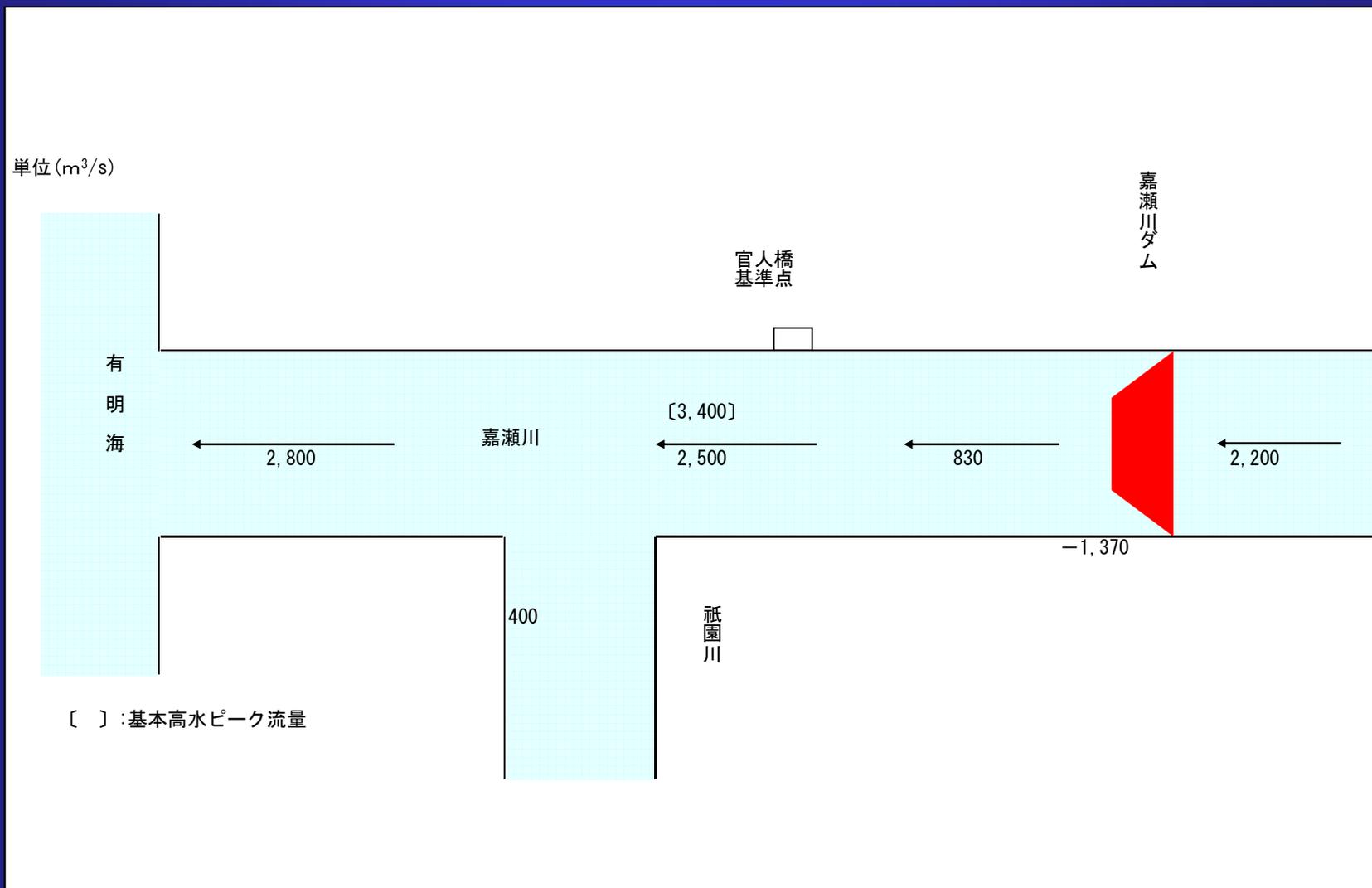
貯水池容量配分図

(1) 洪水調節計画



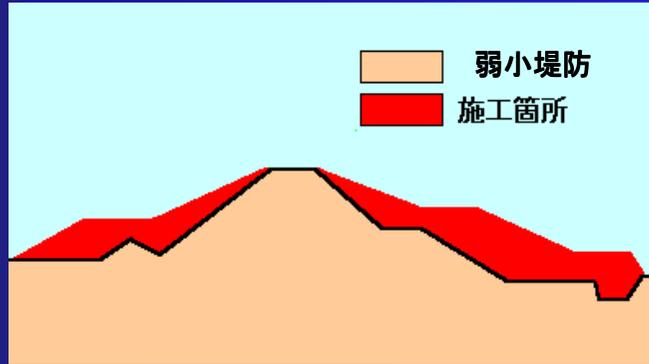
洪水調節計画図

(1) 洪水調節計画



(1) 洪水調節における下流河川の課題

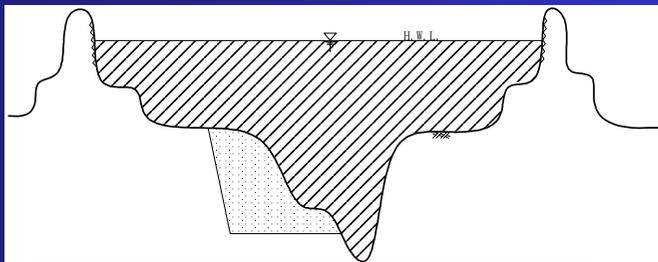
1. 弱小堤防による危険性



下流河川の状況



2. 河道断面不足



流下能力不足のため掘削が必要である



(2) 流水の正常な機能の維持（不特定容量）

ダムから流水を補給することにより、
「本来河川が持っている機能」の維持を図ります。

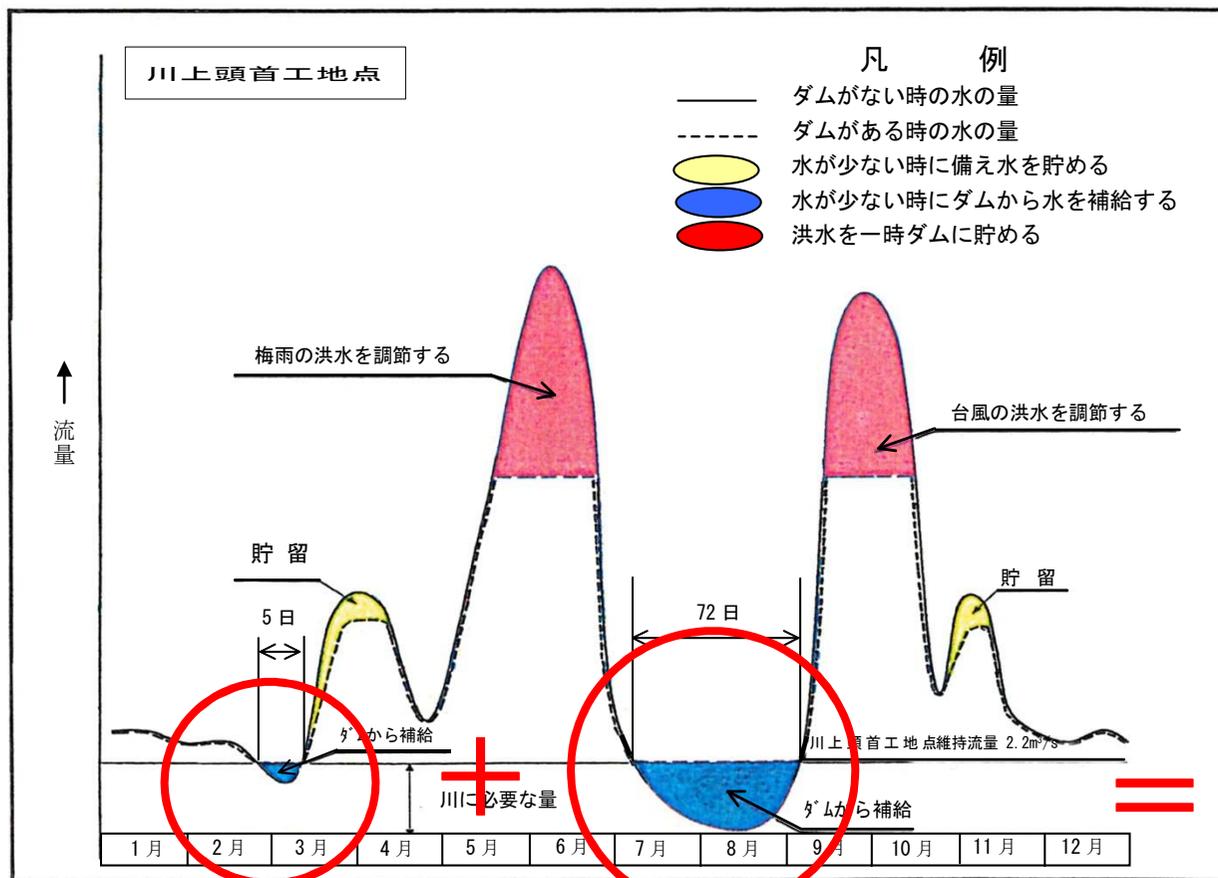
- ・ 既得用水等の安定取水
- ・ 動植物の保護
- ・ 流水の清潔の保持
- ・ 観光 等



川上頭首工下流地点において $2.2\text{m}^3/\text{s}$

補給計算: 10年間(昭和31~40年)

計画基準年: 渇水第1位(昭和35年)

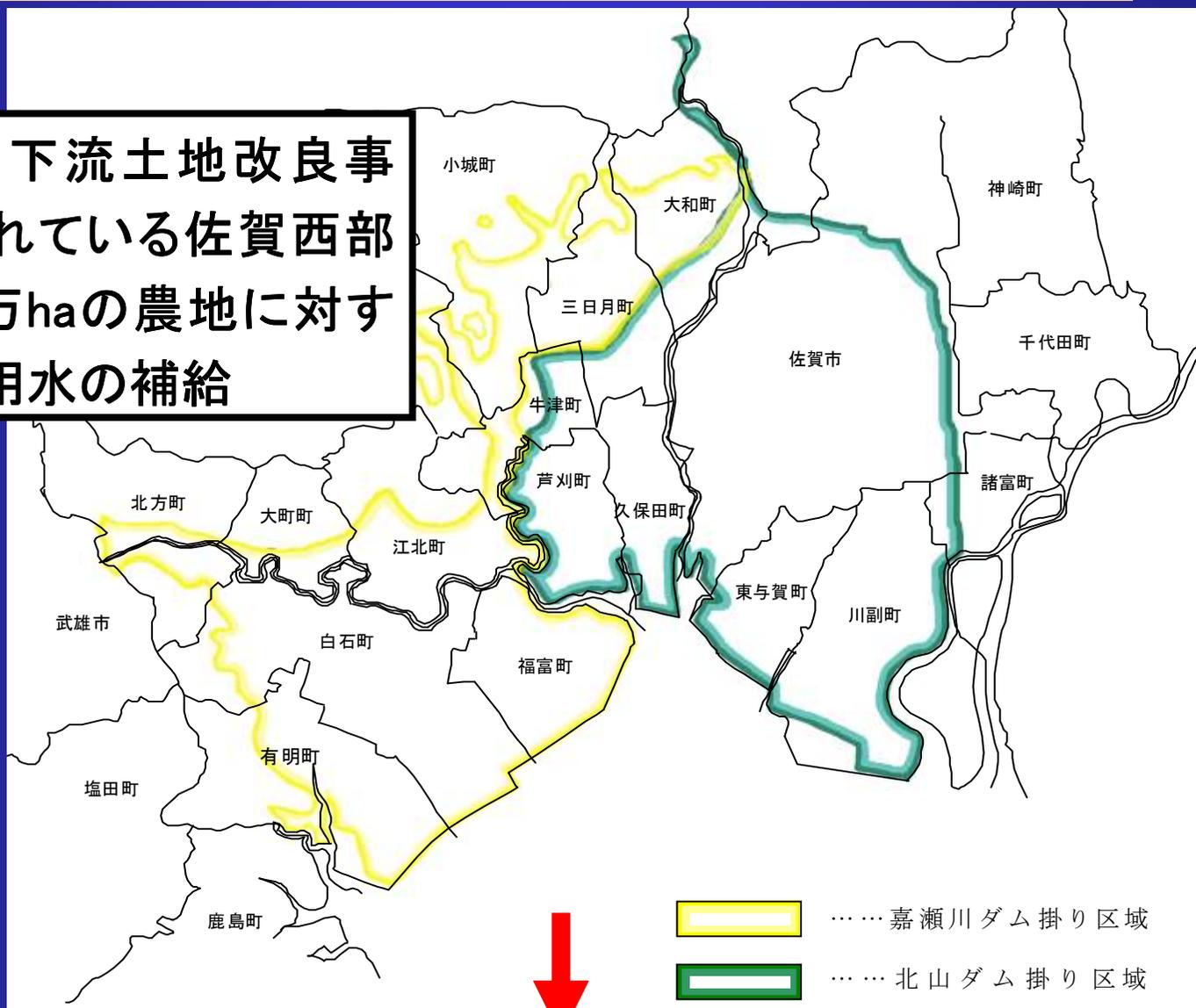


流況改善日数

77日

(3) かんがい用水の確保

国営筑後川下流土地改良事業が実施されている佐賀西部地区の約1万haの農地に対するかんがい用水の補給



用水の増大及び取水の安定化

(4) 都市用水（上水・工水）の確保

・佐賀市上水（富士町）

計画給水人口 : 4,500人

計画最大取水量 : 2,000m³/日

取水量 : 毎秒 0.023m³

・王子製紙株式会社への 工業用水（王子板紙）

計画最大取水量 : 3,000m³/日

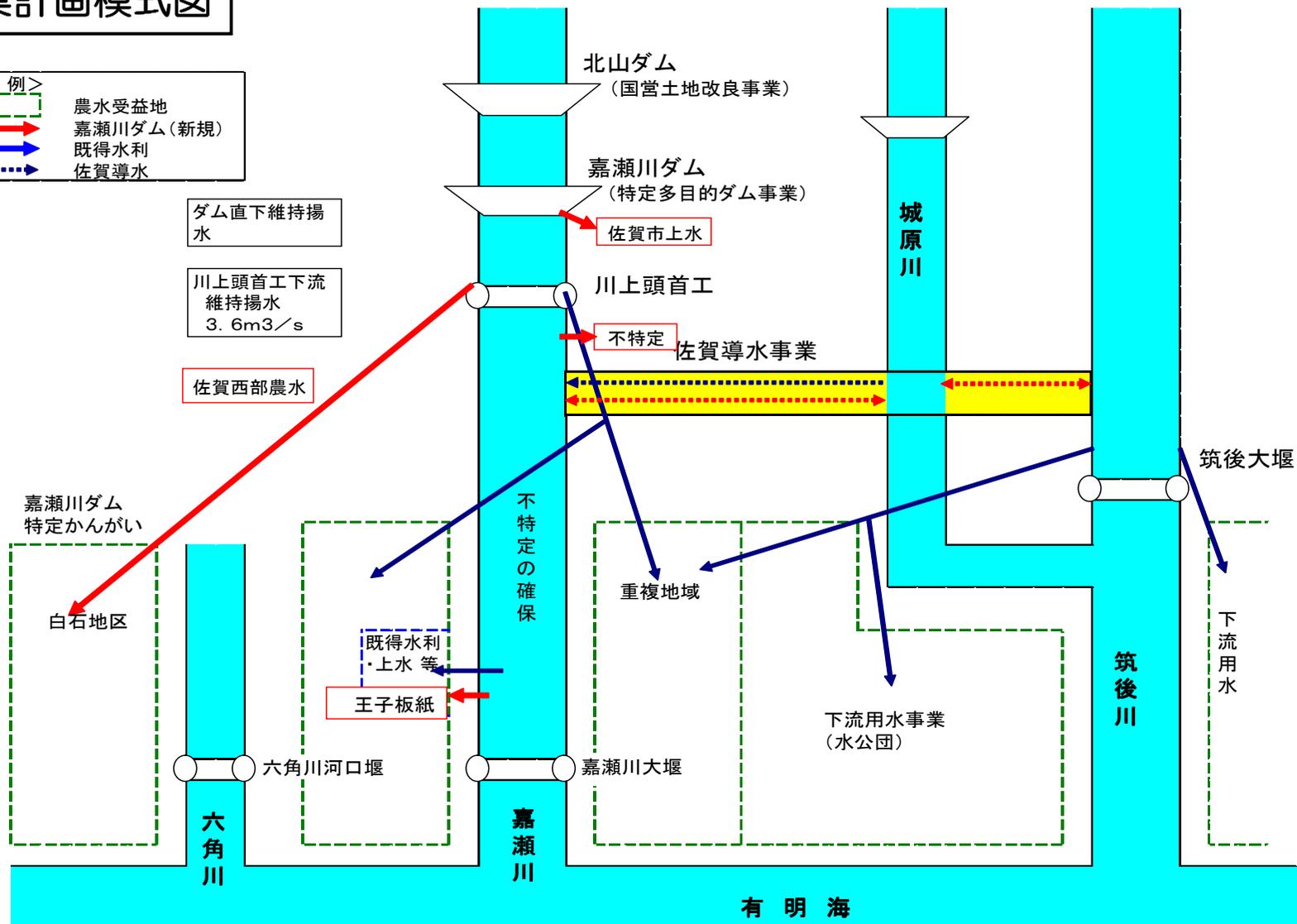
取水量 : 毎秒 0.035m³



給水区域の拡大等に対する用水の確保、取水の安定化

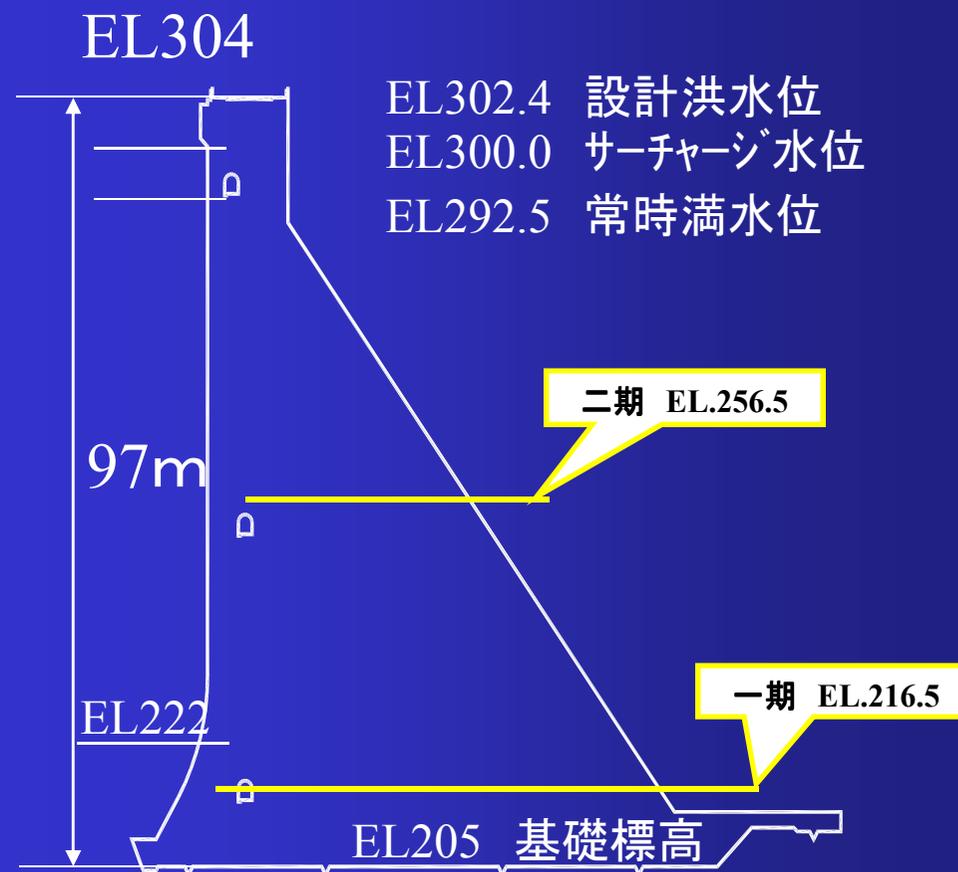
佐賀平野の水利用の概要

事業計画模式図

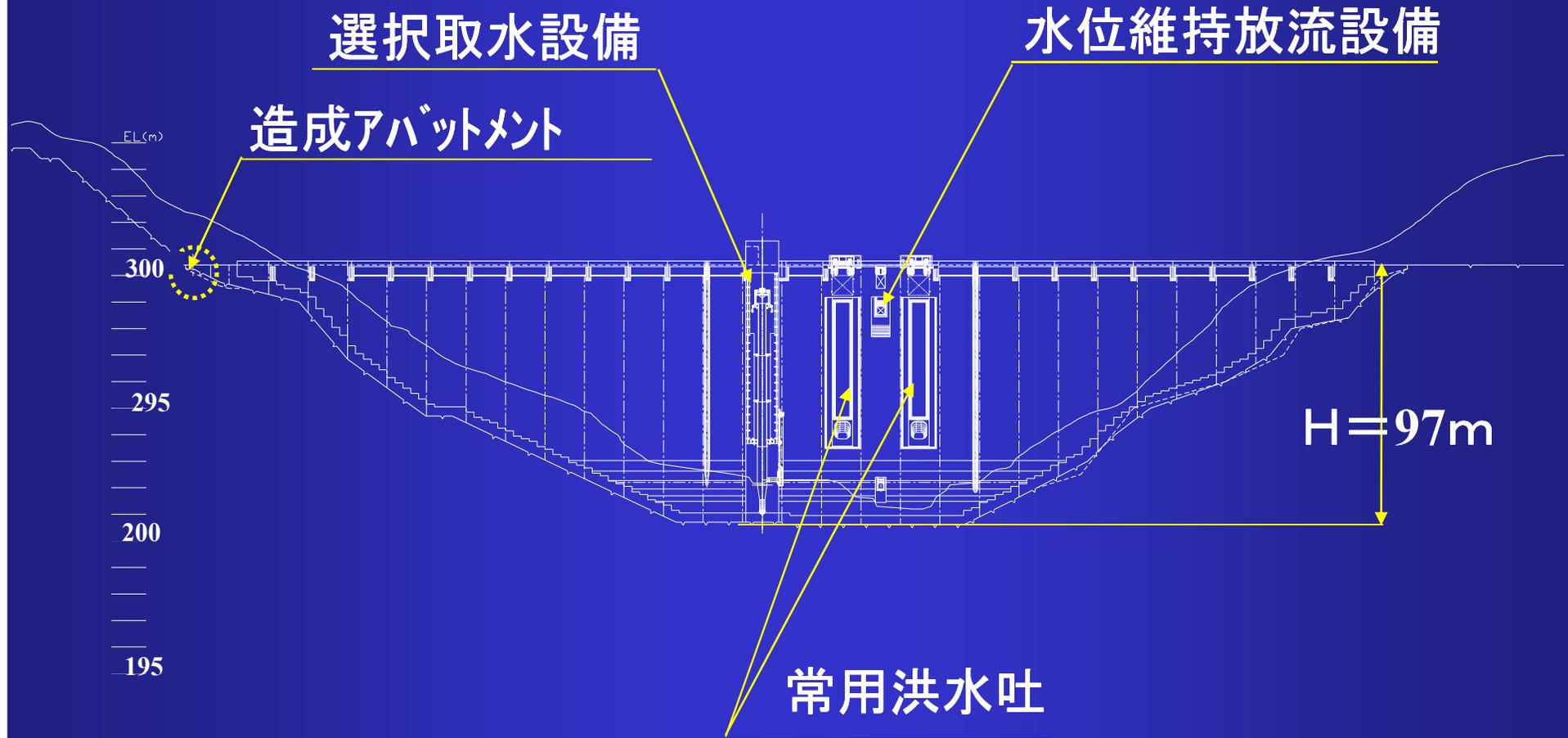


嘉瀬川ダム計画諸元 (ダム)

項目	諸元
ダム位置	佐賀市富士町
河川名	嘉瀬川水系嘉瀬川
型式	重力式コンクリートダム
天端標高	EL 304.0 m
基礎標高	EL 206.0 m
堤高	97.000 m
堤頂長	454.500 m
総貯水容量	71,000,000m ³
有効貯水容量	68,000,000m ³
堤体積	965,000 m ³ 本体 931,000 m ³ 減勢工 34,000 m ³

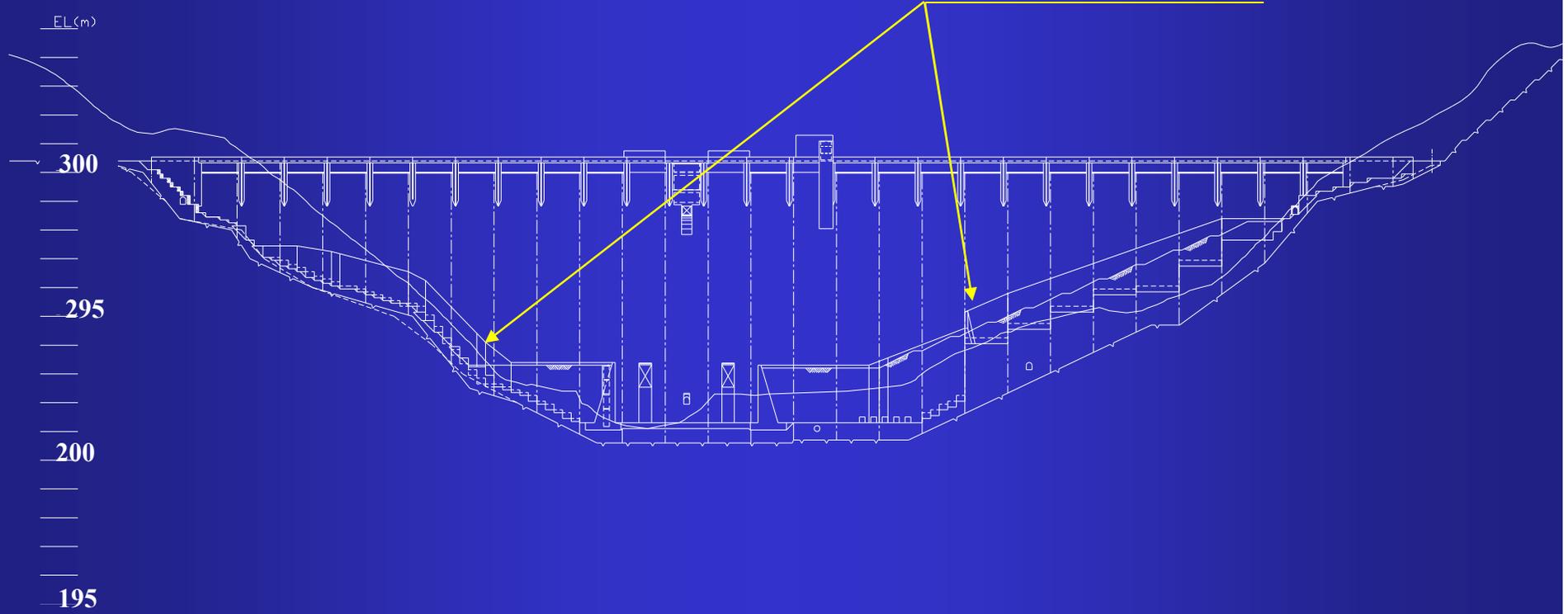


上流面図



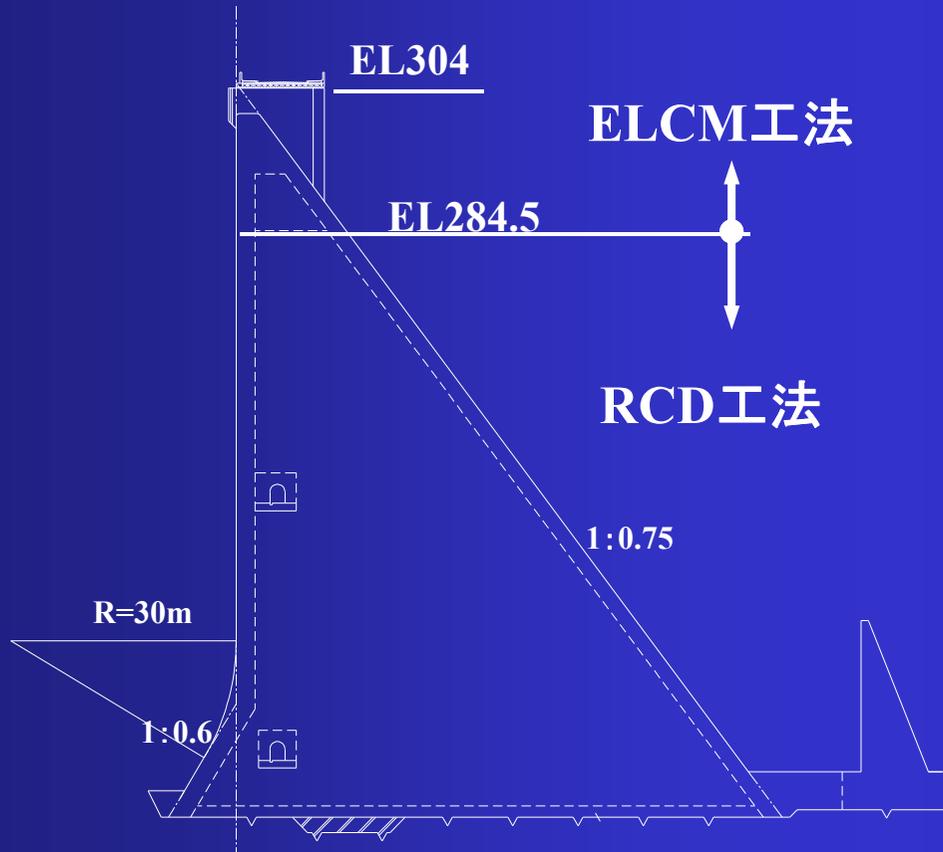
下流面図

堤趾導流壁

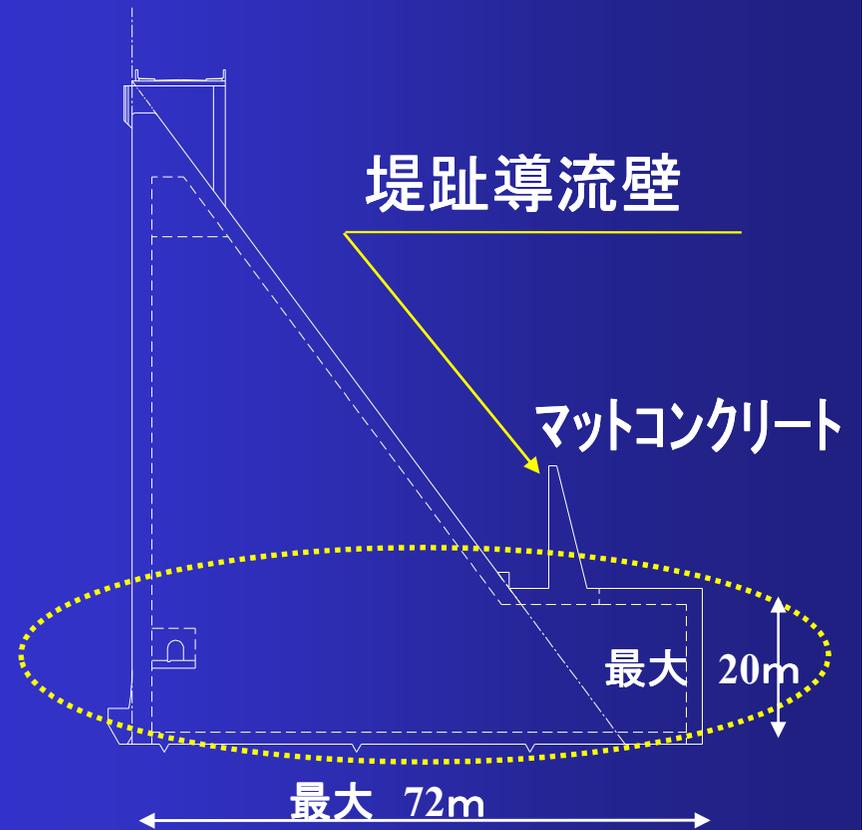


標準断面図

非越流部標準断面図



左岸変質帯 断面図

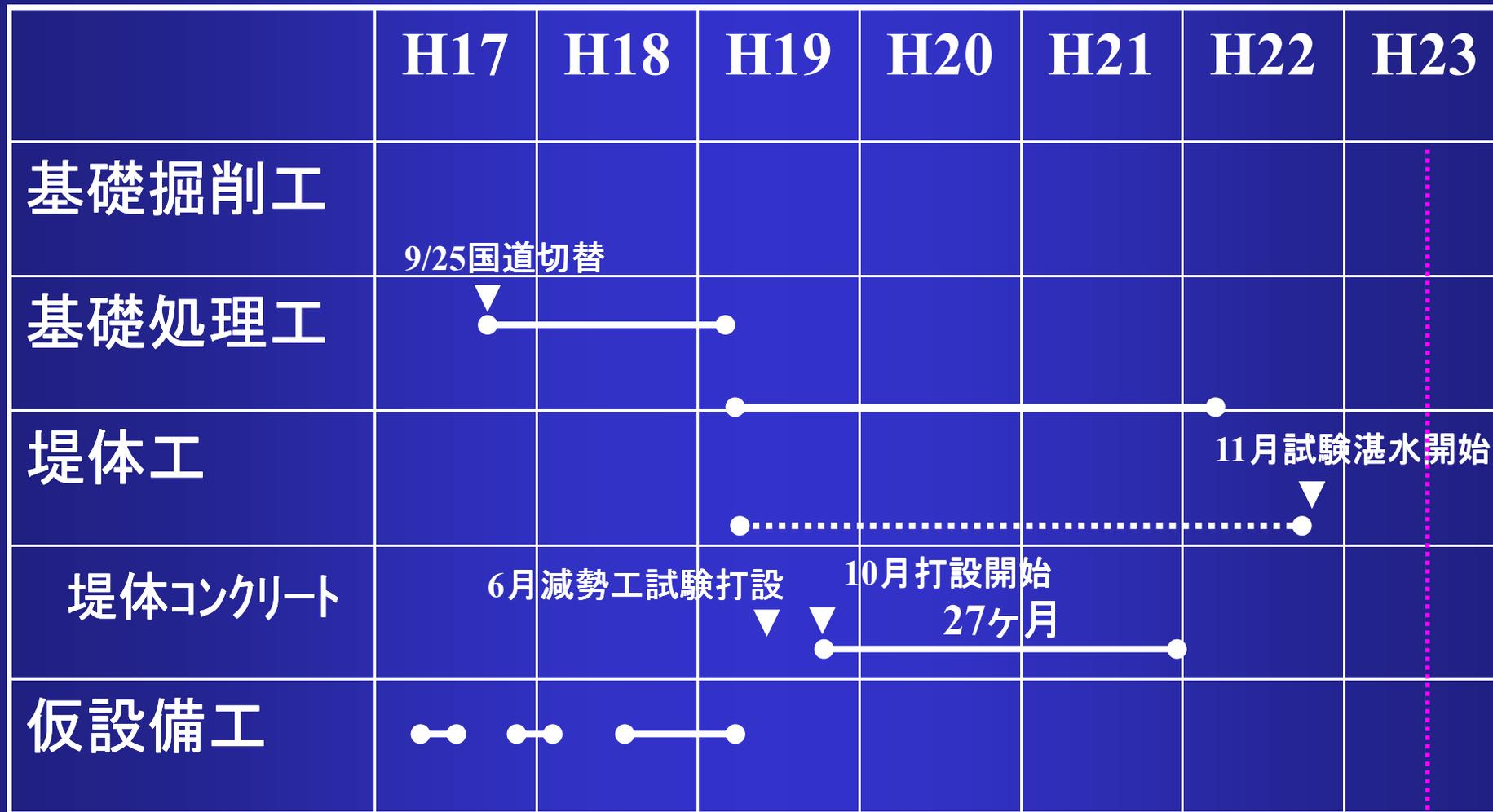


ダム工事施工の流れ

- ①川の流れを変える・・・・・・・・・・・・・転流工
- ②ダムを支えられる岩盤まで掘削・・・・基礎掘削
- ③岩盤の補強・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
・・・・・・・・・・・・・コンソリデーショングラウト
- ④コンクリート打設までの準備・・・・・・岩着面処理
- ⑤・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・コンクリート打設
- ⑥岩盤に浸透してくる水を止める・・・・カーテングラウト
- ⑦ダムに水を貯める・・・・・・・・・・・・・・試験湛水

試験湛水中

工事工程表



H23年度竣工

掘削開始～湛水 実質約5年間



貯水池航空写真



凡例(実施内容)			
実施内容	マーク	実施内容	マーク
道路	—	トンネル	○—○
橋梁	〰	転流工	⇌

凡例(進捗状況別)		進捗状況	着色
進捗状況	着色	サーチャージ水位	—
平成15年度迄に完成した箇所	—	平成16年度 実施(予定)箇所 平成17年度以降も継続実施	—
平成16年度 実施(予定)箇所 平成16年度 完了	—	平成17年度以降に 着手予定の箇所	—

嘉瀬川ダム工事 ICT導入の検討

既往のダム工事における
ICT導入事例調査

嘉瀬川ダム工事における
品質向上や省力化のニーズ

嘉瀬川ダム工事における
ICT導入項目案の選定

ICT導入項目案についてシステム
及び運用マニュアル案検討

現場での試験導入

導入効果の確認

- ① 岩盤スケッチ支援システム
- ② 三次元出来形管理システム（掘削）
- ③ ダンプトラック運行管理システム
- ④ 掘削管理システム
- ⑤ 環境監視システム
- ⑥ 締固め回数管理システム
- ⑦ 関係者間工程共有システム
- ⑧ 積算温度管理システム
- ⑨ 三次元出来形管理システム（掘削）
- ⑩ 配筋検査支援システム
- ⑪ 埋設計器無線システム
- ⑫ ボーリング検尺システム
- ⑬ グラウチング監視システム
- ⑭ 法面動態観測システム
- ⑮ ダム維持管理支援システム

本格試行ICT導入項目案

- 岩盤スケッチ支援システム
- 三次元出来形管理システム＋
地質分布モデル作成システム
(原石山掘削)
- 締固め回数管理システム
- 積算温度管理システム
- 三次元出来形管理システム
- 配筋検査支援システム
- 埋設計器無線システム
- ダム維持管理支援システム

① 岩盤スケッチ支援システム

- ・ デジタルカメラで岩盤を撮影し、撮影画像を台紙として現場の所見（亀裂、断層位置、岩級区分等）を記入することにより、現場での調査スケッチ時間を短縮する（岩盤メッシュ記入が不要）。
- ・ 撮影画像を岩盤スケッチ図と対応した平面画像で保管し、ダム再開発等の際、岩盤の画像情報を利用しやすくする。

② 三次元出来形管理システム ＋地質分布モデル作成システム

- ・ 原石山の事前地質調査結果に基づき、三次元CADを利用して地質分布モデルを作成しておく。
- ・ 実際の掘削作業において、地質境界（採取岩と廃棄岩）等の出来形や出来高を確認する箇所の三次元座標を測量する。
- ・ これを三次元CADに入力し、廃棄岩等の数量を算出する。
- ・ さらに、掘削面等から得られる地質情報をもとに未掘削領域の地質分布モデルを修正し、原石賦存量の予測に利用する。

③ 締固め回数管理システム

- ・GPSで 締固め重機の走行軌跡を取得、キャビン内に設置したモニタで締固め回数を面的に把握することで所定の締固め回数を確保し、施工結果を記録。

④ 積算温度管理システム

- ・外部コンクリートの型枠スライド時期を、積算温度により管理する。
- ・コンクリートの温度測定値を1時間毎に無線で取得し、算出した積算温度が管理値を上回ればスライド可能と判断。

⑤ 三次元出来形管理システム(堤体)

- ・ トータルステーション(TS)を用いて堤体の出来形計測点の三次元座標を計測し、堤体の出来形（堤幅、ジョイント間隔、基準高）を確認する。
- ・ あらかじめ出来形計測点の設計座標をTSに入力しておくことで、測量と同時に出来形の過不足をチェックする。
- ・ 測量結果を帳票作成ソフトに入力し、出来形帳票を自動作成する。

⑥ 配筋検査支援システム（堤体）

- ・ 鉄筋配置が複雑な箇所について、設計配筋図を三次元モデルで作成しておき、施工時の段取り筋等の配筋計画に活用する。
- ・ 配筋検査において、現場に持参した携帯パソコンの画面上で三次元モデルを表示し、現場の配筋状況と照合する。

⑦ 埋設計器無線システム

- ・無線によって計測値を送信できる埋設機器を用いることで、ケーブル設置作業を省略し、ケーブルに起因する計測障害の発生リスクを低減する。

⑧ ダム維持管理支援システム

- ・施工時の品質管理データを位置情報に関連づけてGIS上に記録する。これにより、リストNo.ブロックNo.打設日等を検索キーとして、必要なデータを引き出すことができる。

締固め回数管理システム

- ・ GPSで 締固め重機の走行軌跡を取得、キャビン内に設置したモニタで締固め回数を面的に把握することで所定の締固め回数を確保し、施工結果を記録。

締固め回数管理システム



締固め回数管理システム

GPS

GPS



締固め回数管理システム



締固め回数管理システム



締固め回数管理システム



締固め回数管理システム



締め回数管理システム



締固め回数管理システム

① R I 測定結果の分析

目的：

- ・ 嘉瀬川ダムでは当初から締固め回数システムを活用した施工管理が実施されている。そのような施工管理方法におけるコンクリート密度測定結果の実態を把握する。
- ・ R I 密度測定結果が規格値を下回る確率がほとんどない場合には、試験頻度を低減できるか否かを検討する。

締固め回数管理システム

R I 試験状況



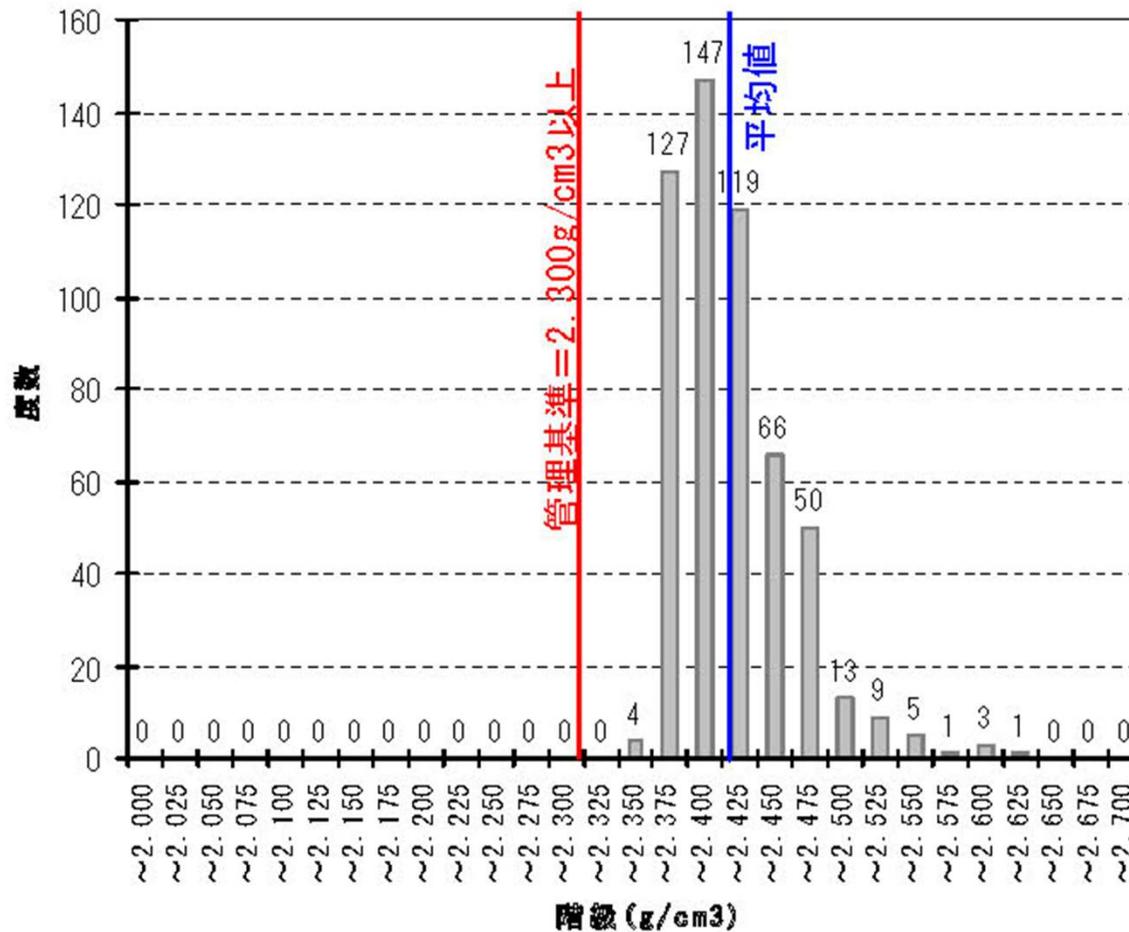
締固め回数管理システム

嘉瀬川ダム本体工事RI試験結果

調査範囲：H20/01/07～H20/12/25

データ数=545

平均値=2.408g/cm³、標準偏差=0.043g/cm³



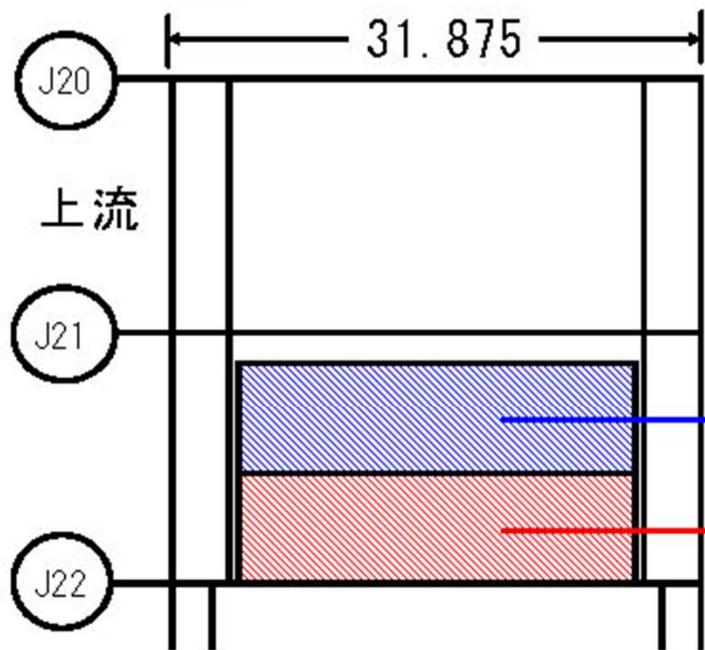
締固め回数管理システム

②システムを使う場合と使わない場合の転圧 施工による転圧回数分布図の比較

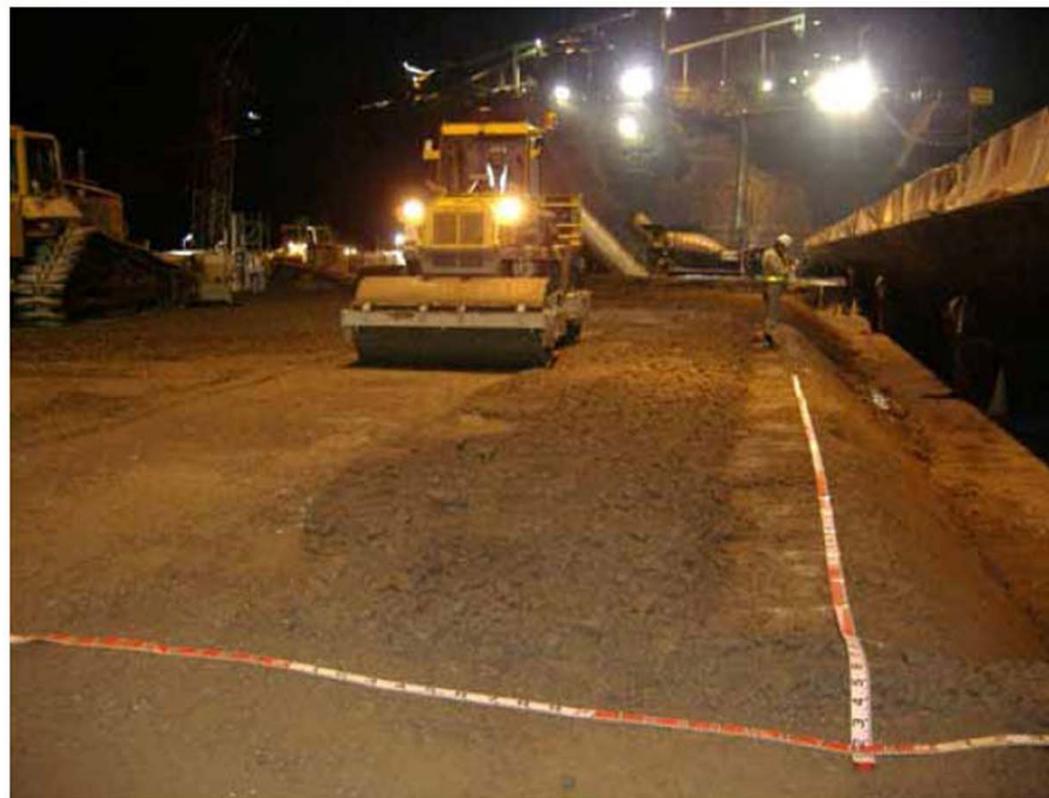
目的：

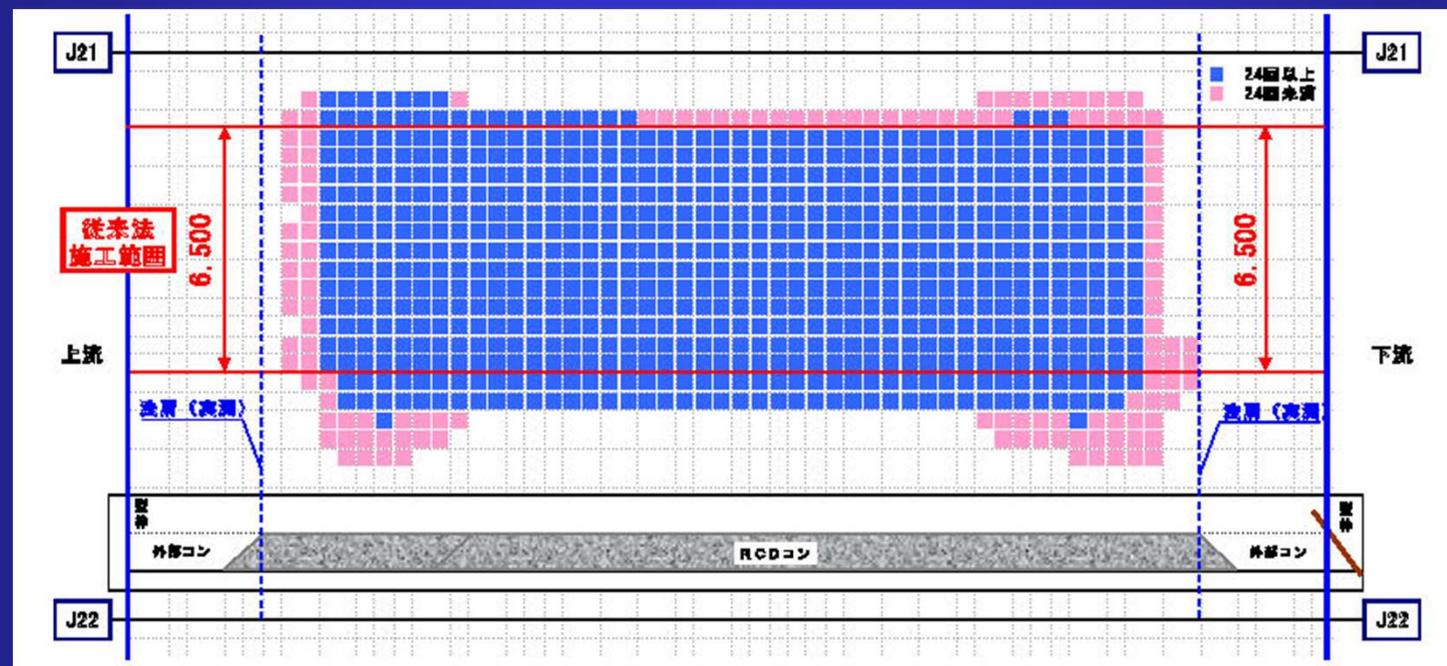
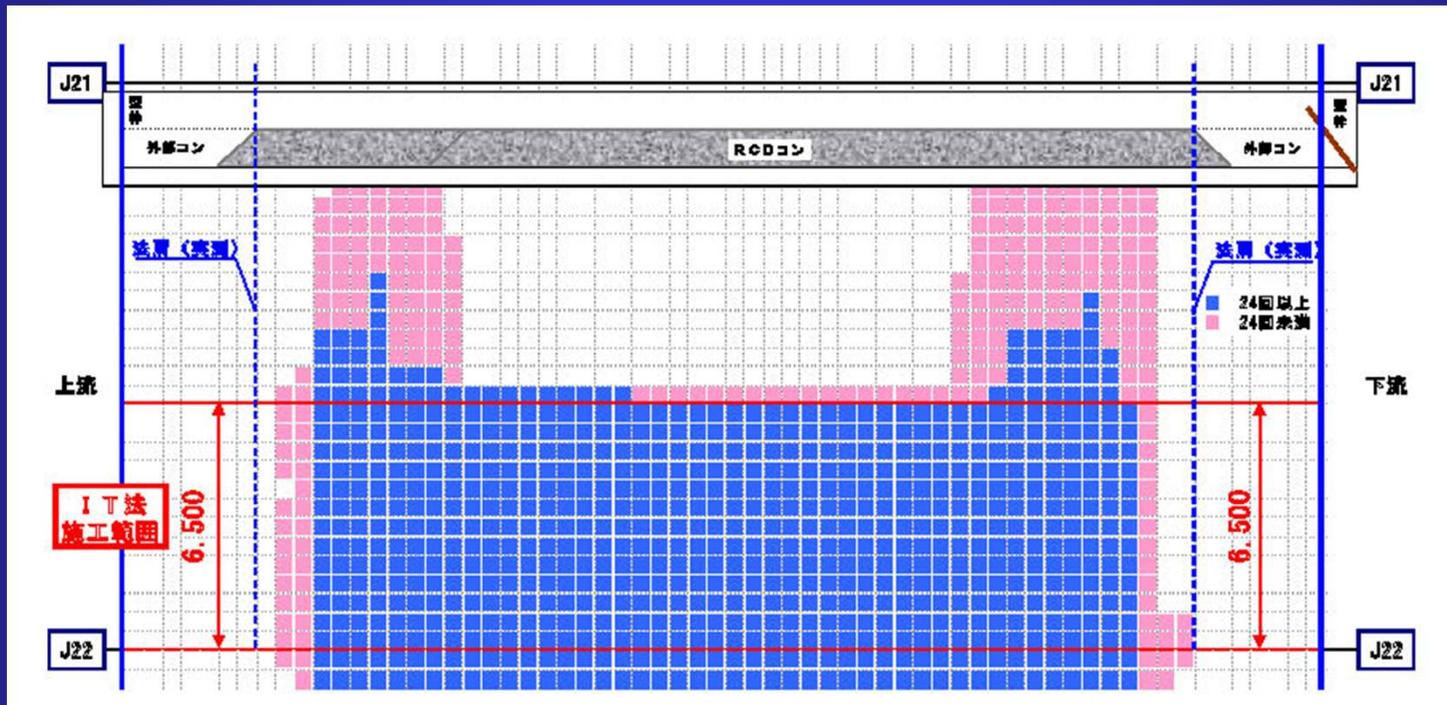
- ・ 締固め回数システムを使用した施工管理は、システムを使用しない施工管理より優位な管理方法と考えられる。
- ・ 同一条件下でシステムを使用する施工と使用しない施工を実施し、双方の転圧回数分布図を比較して、システムを活用した場合の転圧施工の确实性を確認する。

締固め回数管理システム



併立注締固





締固め回数管理システムの導入効果

①品質確保・向上

- ・従来の目視確認よりも転圧施工の確実性が向上する。
- ・これまでのR I 試験結果の平均値は、管理基準値より十分大きく、ばらつきも小さいことより、品質は安定している。

②工期短縮

締固め回数管理システムの導入効果

③ 監督・検査の省力化

- ・ 転圧施工に関する記録が残るため、現場での転圧状況の監視を省力化できる。

④ 施工管理の省力化

- ・ 施工管理を省力化できる。また、転圧状況を記録に残せるため、転圧施工に関する品質保証が強化されていると評価できる。

積算温度管理システム

- ・ 外部コンクリートの型枠スライド時期を、積算温度により管理する。
- ・ コンクリートの温度測定値を1時間毎に無線で取得し、算出した積算温度が管理値を上回ればスライド可能と判断。

積算温度管理システム



積算温度管理システム



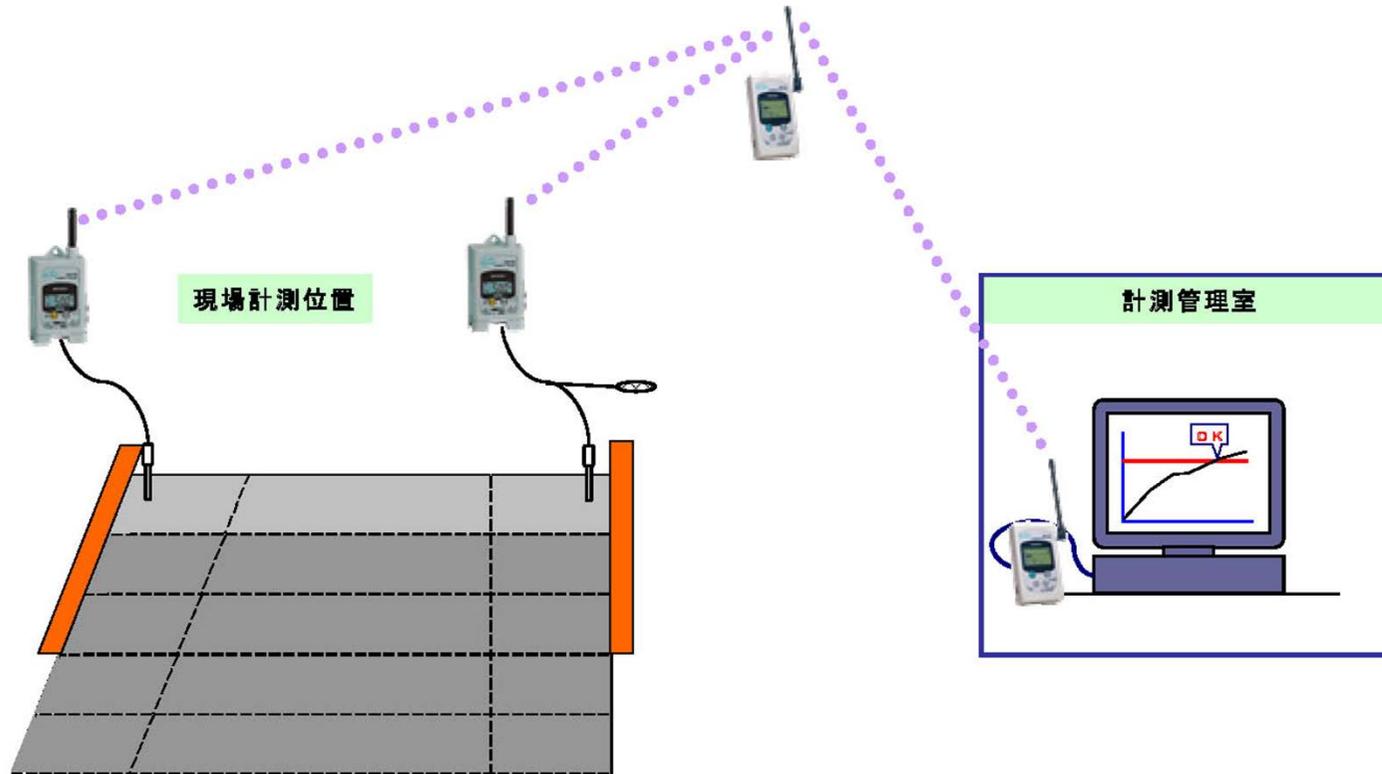
積算温度管理システム



積算温度管理システム



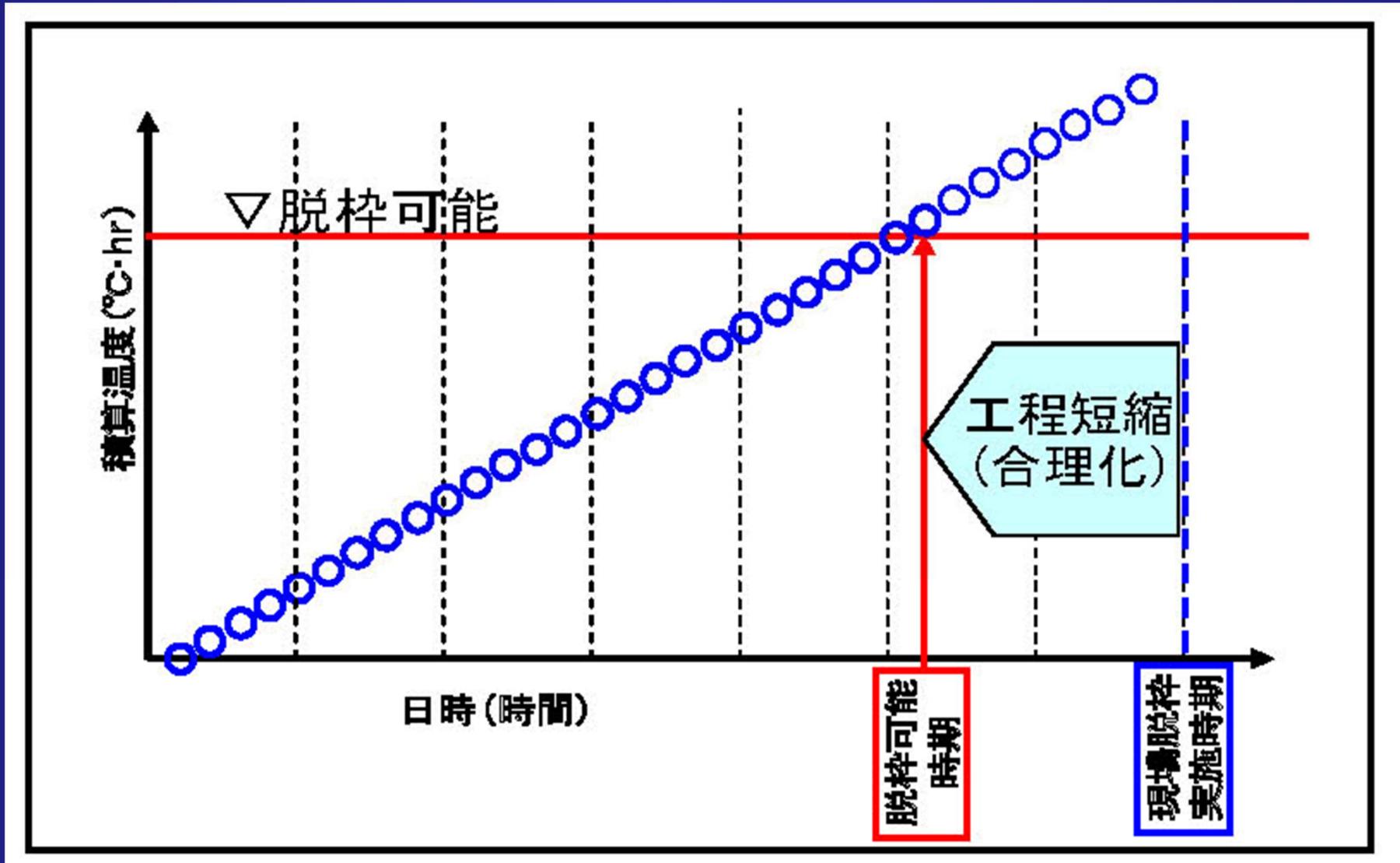
積算温度管理システム



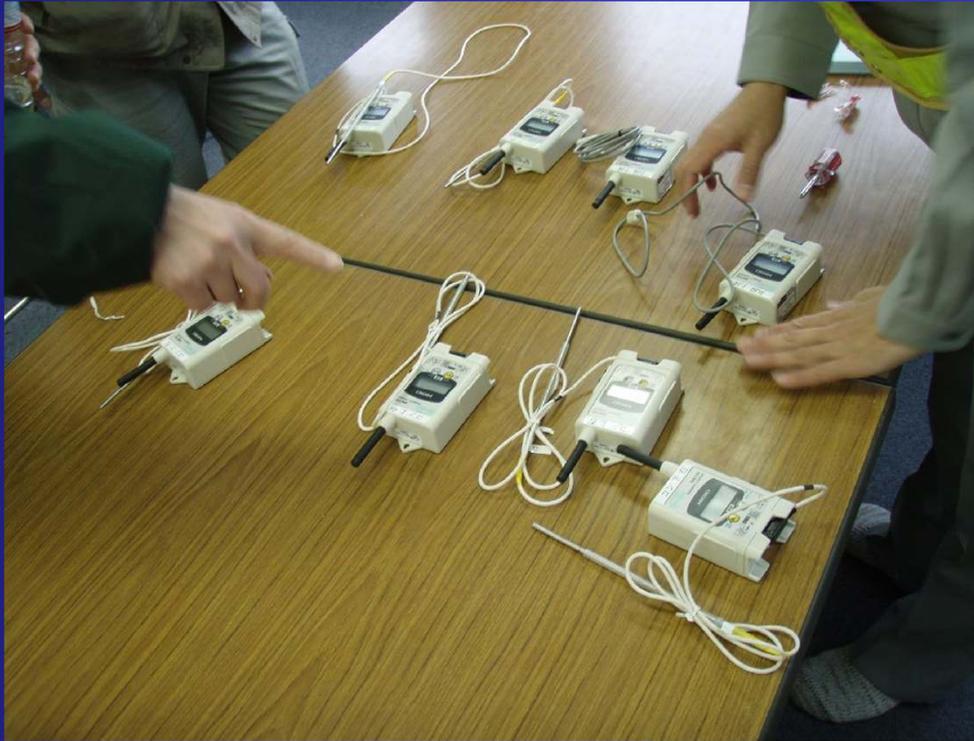
機器構成

- ・センサ埋設位置 : 上流側は型枠から 35cm、下流側は型枠から 15cm を標準とする。
- ・センサ埋設深度 : 打設面から 5cm の位置を標準とする。

積算温度管理システム



積算温度管理システム



積算温度管理システム



積算温度管理システムの導入効果

①品質確保・向上

- ・ 実際の温度条件に応じて外部コンクリートの強度発現を直接評価できるため、品質確保の確実性が向上する。
- ・ スライド時期のみでなくグリーンカット時期の管理にも利用できる。従来の目視確認よりも転圧施工の確実性が向上する。

積算温度管理システムの導入効果

②工期短縮省力化

- ・リアルタイムなモニタリングにより型枠スライドやグリーンカットの可能時期を判定できるため、適切な養生期間を踏まえた最適な施工時期を工程に反映できる。

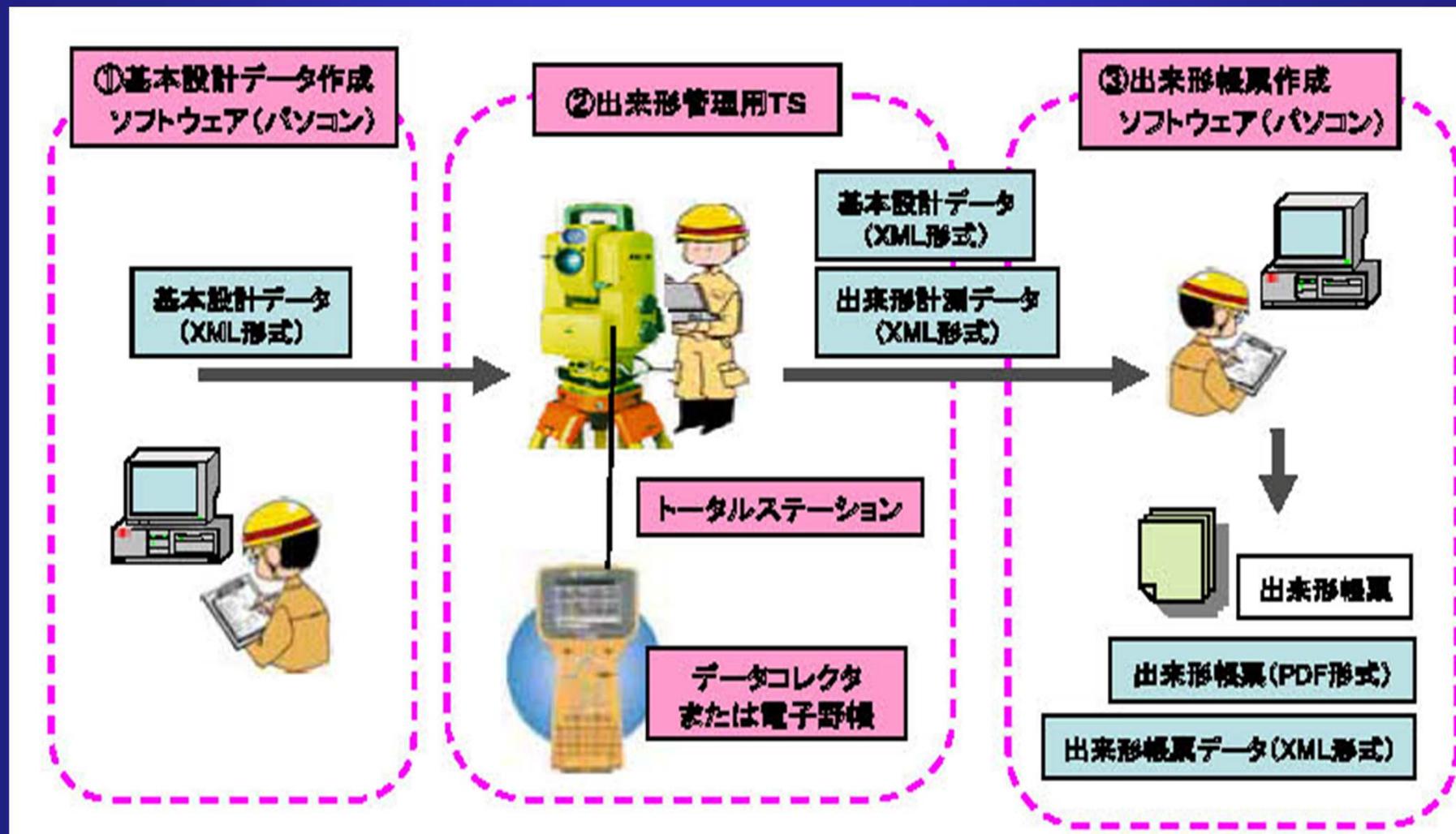
③監督・検査の省力化

- ・積算温度管理の出力帳票を受け取ることで、グリーンカットや型枠スライドの実施時期が妥当であったことを確認できる。

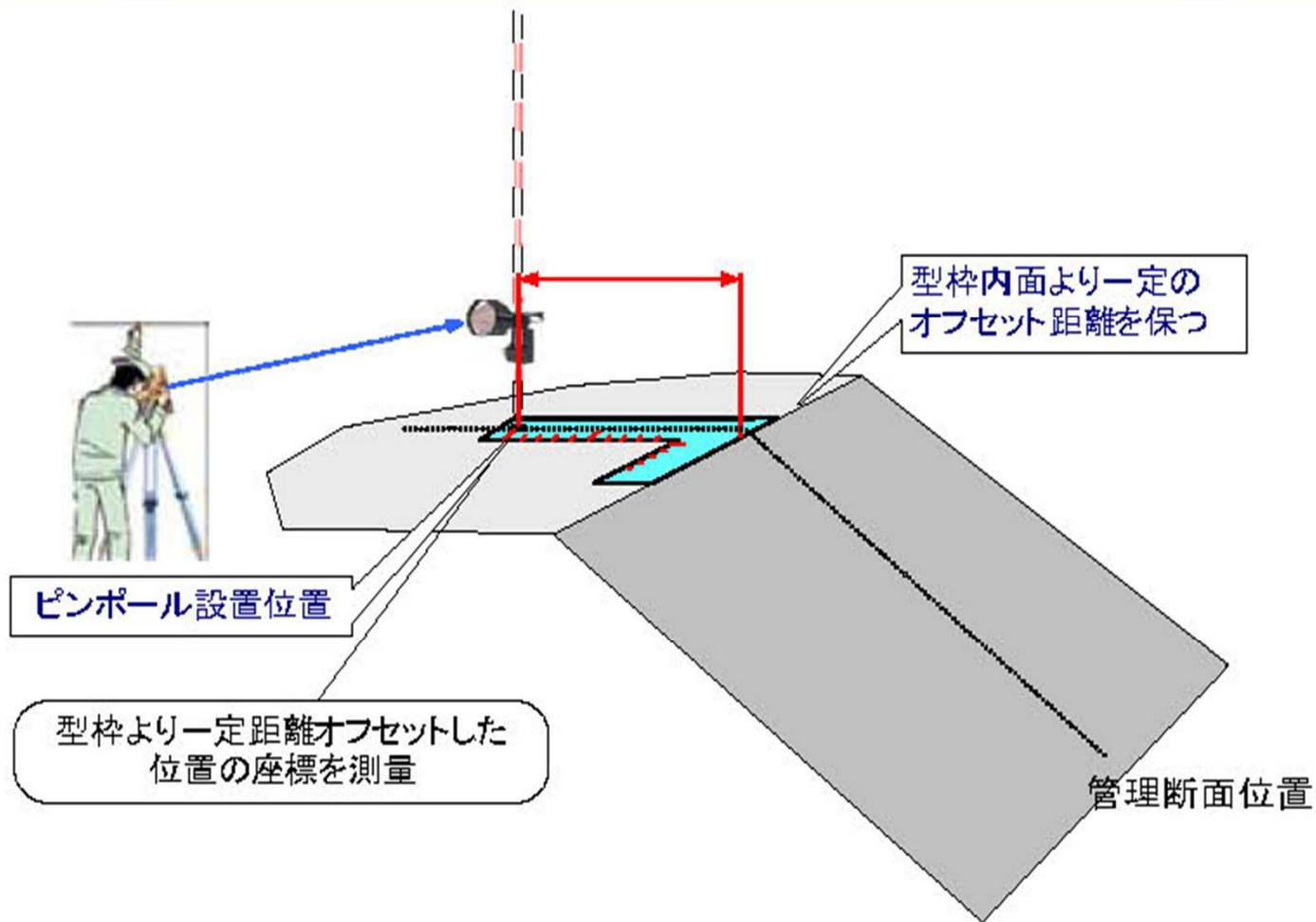
三次元出来形管理システム(堤体)

- トータルステーション(TS)を用いて堤体の出来形計測点の三次元座標を計測し、堤体の出来形（堤幅、ジョイント間隔、基準高）を確認する。
- あらかじめ出来形計測点の設計座標をTSに入力しておくことで、測量と同時に出来形の過不足をチェックする。
- 測量結果を帳票作成ソフトに入力し、出来形帳票を自動作成する。

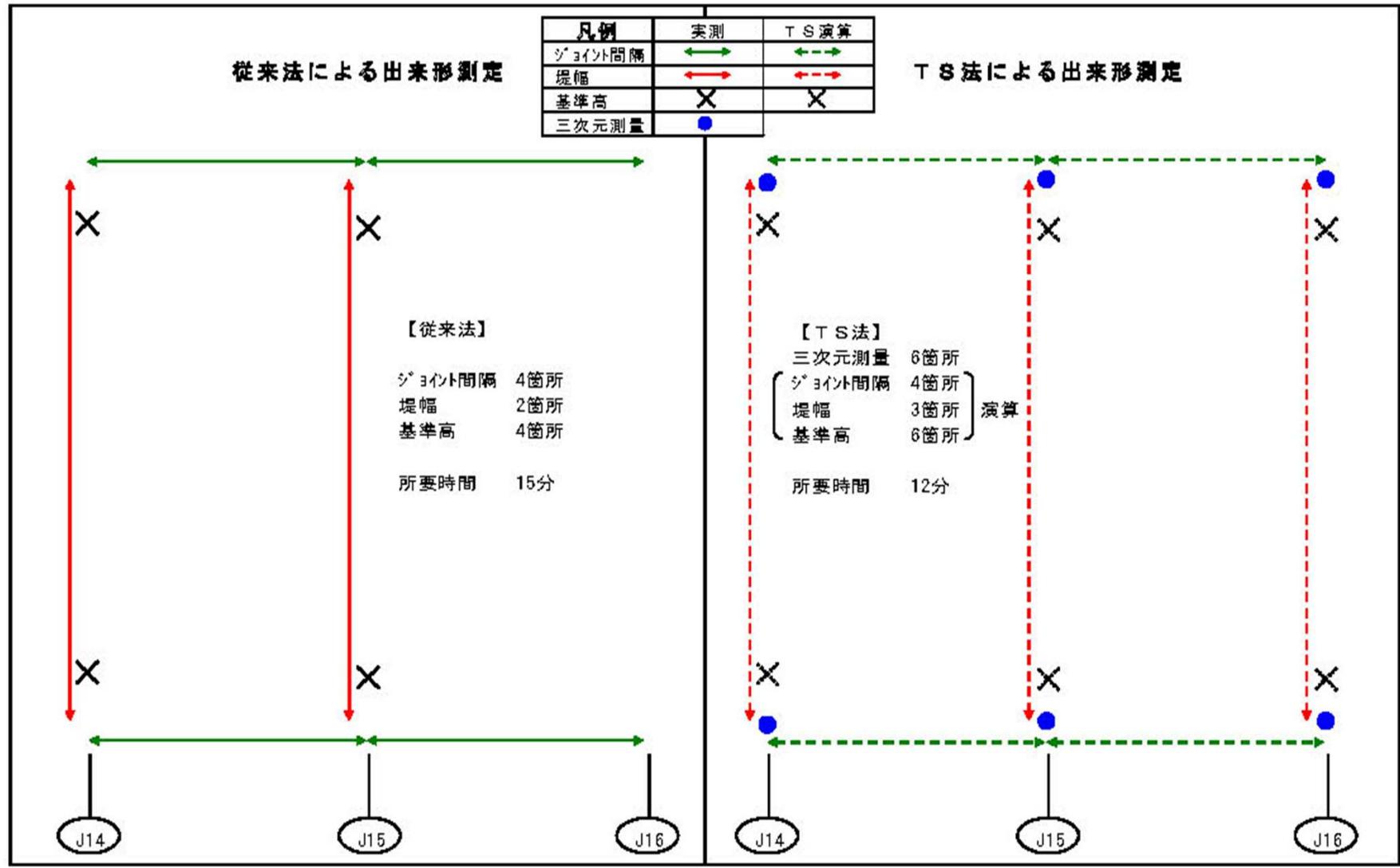
三次元出来形管理システム(堤体)



三次元出来形管理システム(堤体)



三次元出来形管理システム(堤体)



三次元出来形管理システム(堤体)



三次元出来形管理システムの導入効果

③ 監督・検査の省力化

- ・ 設計値と出来形の比較が即座に画面表示され、出来形不足等を迅速に発見できる。
- ・ 測量時間を短縮できるため、監督職員が出来形確認に要する時間も短縮できる。

④ 施工管理の省力化

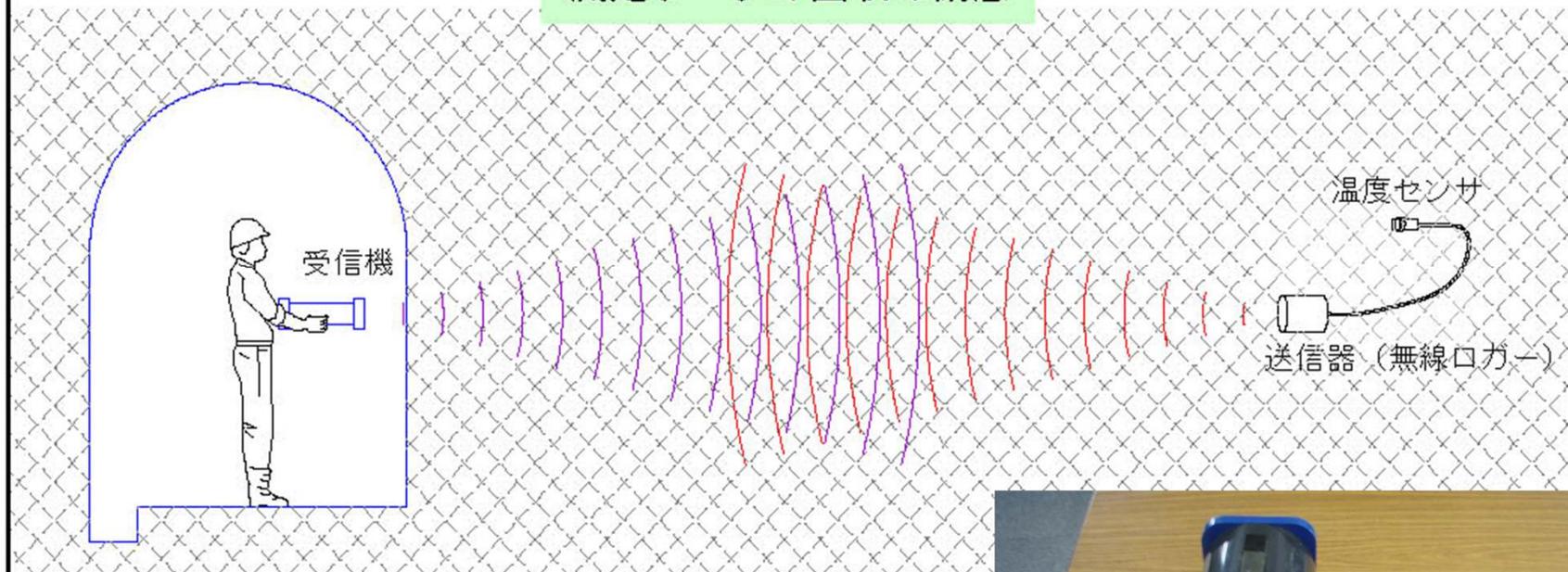
- ・ 出来形の（測量および帳票出力）に要する時間を短縮できる。

埋設計器無線システム

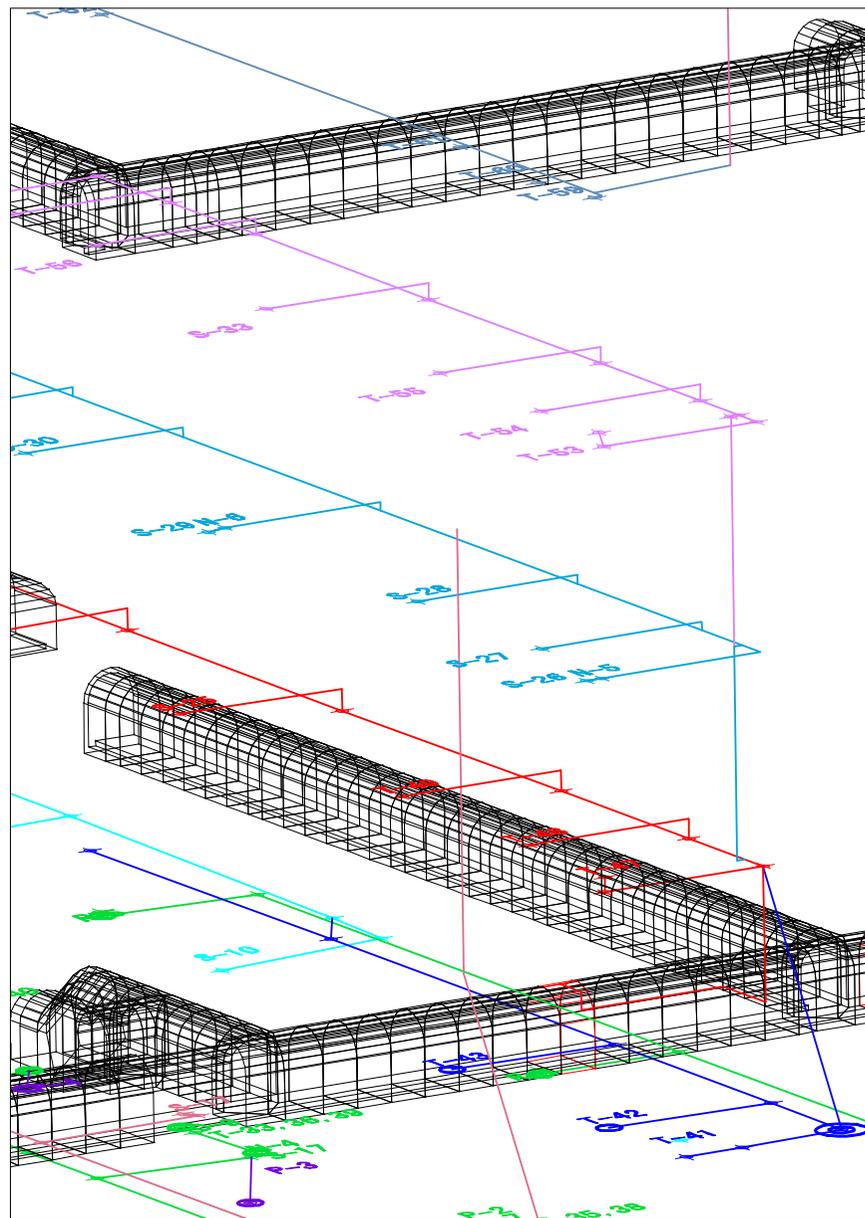
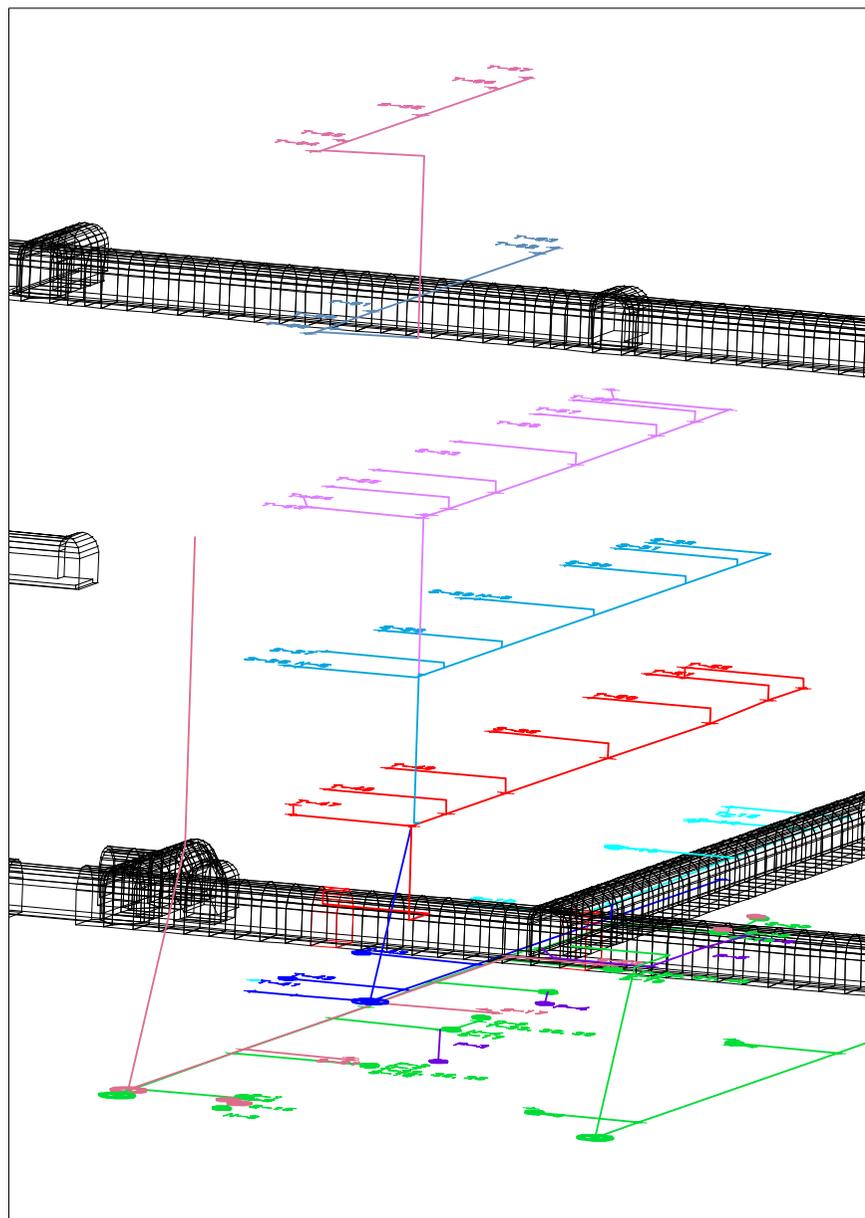
- 無線によって計測値を送信できる埋設機器を用いることで、ケーブル設置作業を省略し、ケーブルに起因する計測障害の発生リスクを低減する。

埋設計器無線システム

測定データの回収の概念



埋設計器無線システム



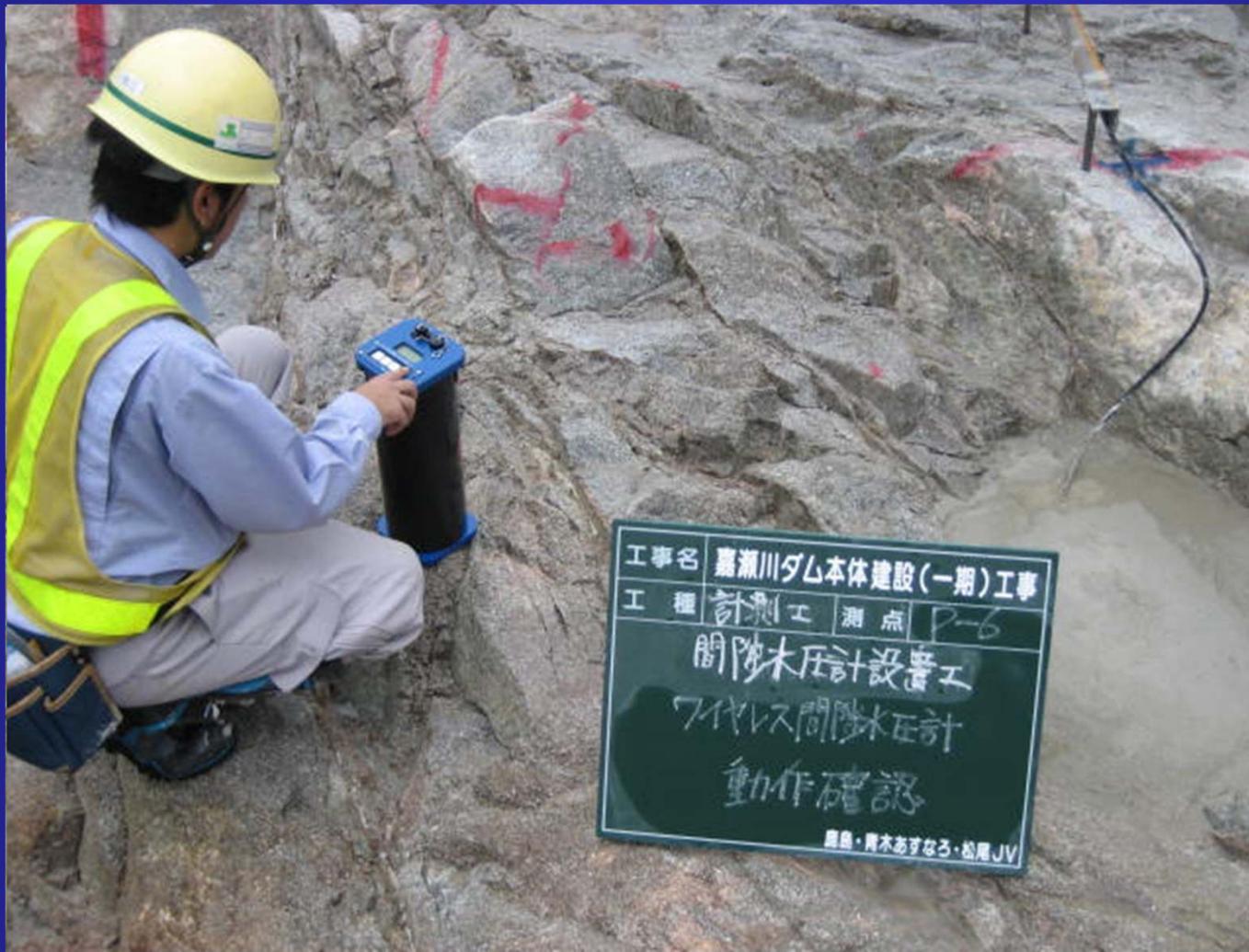
埋設計器無線システム



埋設計器無線システム



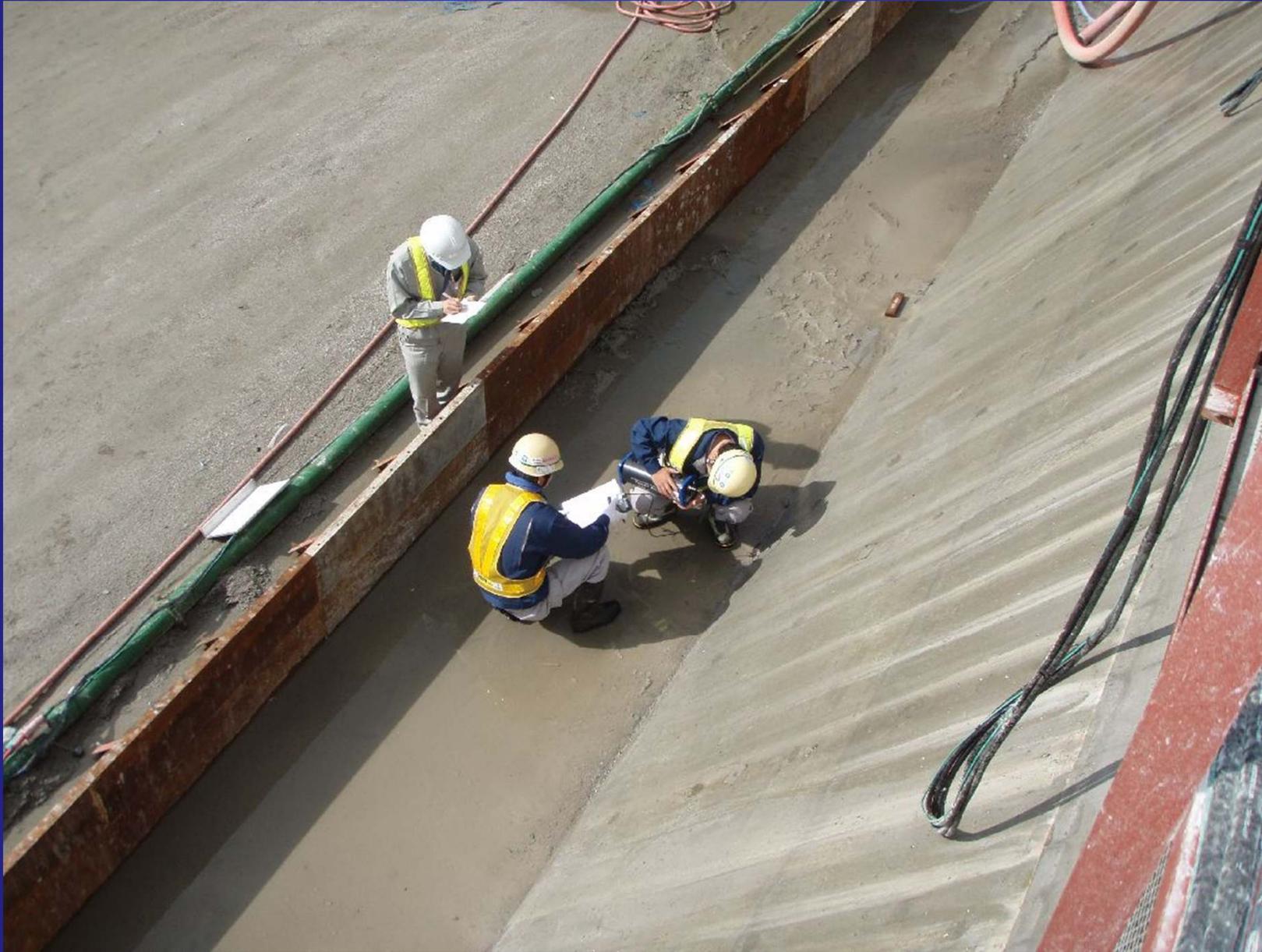
埋設計器無線システム



埋設計器無線システム



埋設計器無線システム



埋設計器無線システムの導入効果

①品質確保・向上

- ・ケーブルに起因する故障発生リスクの低減が期待できる。

②工期短縮

- ・ケーブル鉛直方向の敷設を省略できるため、作業の効率化が期待できる。

③監督・検査の省力化

- ・ケーブル鉛直方向の敷設を省略できるため、ケーブル敷設作業に対する監督・検査を省力化できる。

ダム維持管理支援システム

- 施工時の品質管理データを位置情報に関連づけてGIS上に記録する。これにより、リストNo.ブロックNo.打設日等を検索キーとして、必要なデータを引き出すことができる。

ダム維持管理支援システムの導入効果

⑥維持管理への活用

- ・ 必要なデータの検索・出力を迅速に行うことができる。
- ・ 将来的に維持管理や再開発で施工時のデータを利用する必要性が生じた場合に、電子データ形式で利用することができる。