

安全性の検討と応急対策

明治用水頭首工堰本体（P1）の安全性の考察（1/5）

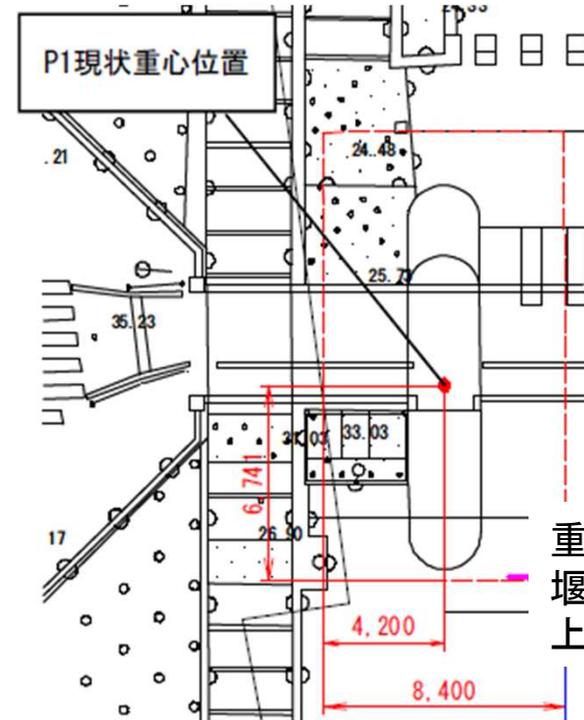
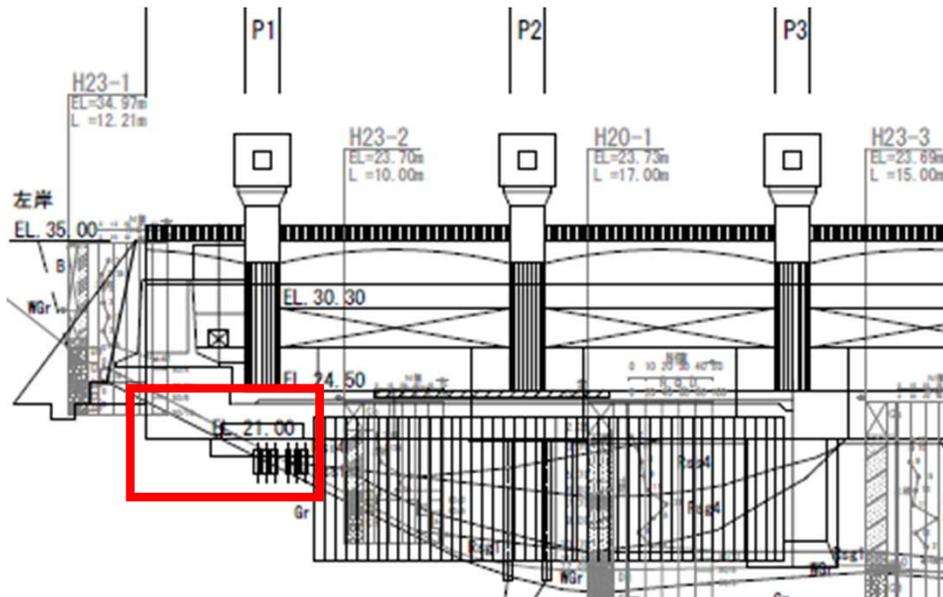
【現状（現状水位として、上流にEL. 27.5mの水位を考慮）】

○P1堰柱については、目視確認、傾斜計及びレベル測量により変状がないことを確認。

○現状で変状がない理由として、以下に示す複数の事象が作用しているものと推察。

- ・基礎が左岸側下流の範囲で岩もしくは風化岩であること。
- ・P1堰柱基礎が、支持力を有する地盤に一定程度支持されている場合、上流側に空洞が存在していたとしても変状の可能性は低いこと。
- ・堰柱基礎部の空洞状況調査は継続中であるが、現時点において堰柱に変状がない状況から、少なくとも常時の重心位置に空洞が存在する可能性は低いこと。
- ・P1下に杭がある可能性があること（既存図面に記載。有無はカメラ撮影等による確認が必要。）。
- ・魚道、P2といった左右の構造物と一体となっている可能性があること。

【現状での荷重の作用位置（重心位置）】



重心位置
堰軸方向：堰中心
上下流方向：上流から6.741m

明治用水頭首工堰本体（P1）の安全性の考察（2/5）

P1堰柱の評価（地震時及び応急対策後の水位上昇時）

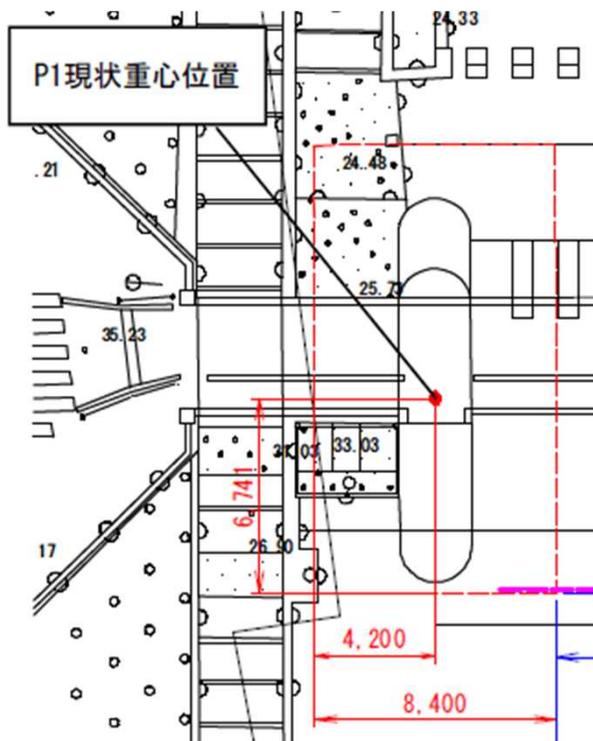
○地盤反力の作用位置（重心位置）を求め、転倒、沈下が起こる可能性を確認。

【結果】

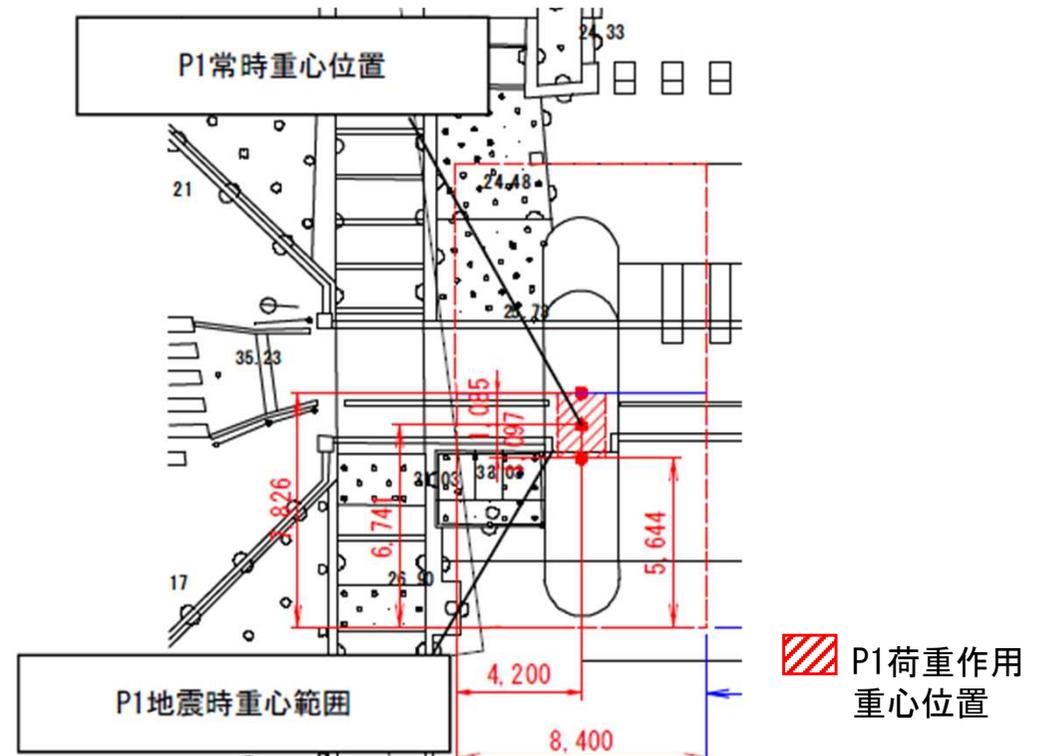
- ・ P1堰柱の上流と右岸側の空洞が深い傾向にあるが、地震時※には、地震が作用する方向によっては、重心位置が移動し空洞上に位置する可能性。
- ・ 地震動が作用し偏心することにより、支持力の不足が生じる可能性。
- ・ 洪水時には、P1周囲の水位が上昇し堰柱に直接水圧が作用することにより、支持力が不足する可能性。

※震度法（水平震度 $K_h=0.2$ ）

【現状での荷重の作用位置（重心位置）】



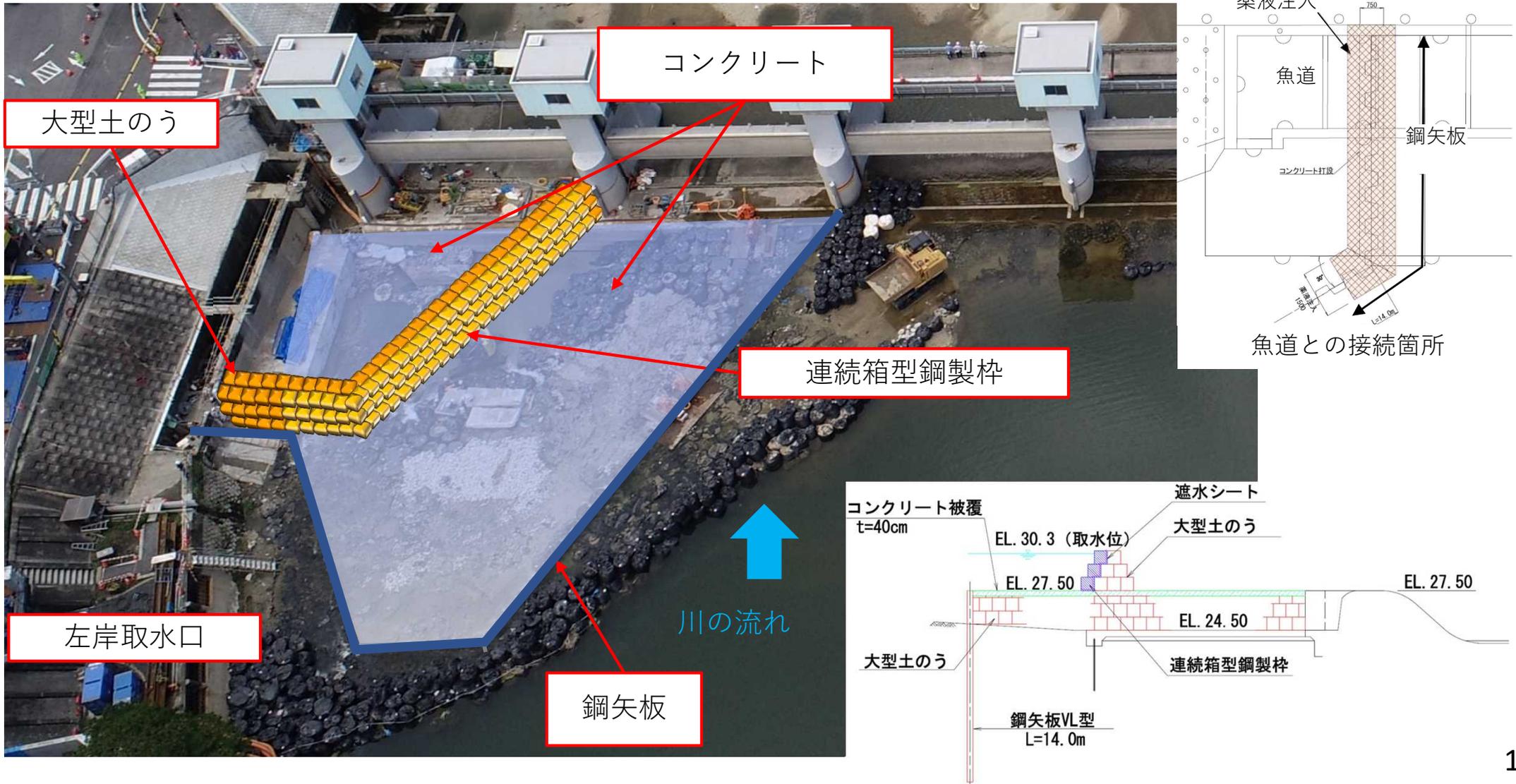
【地震時の荷重の作用位置（重心位置）】



明治用水頭首工堰本体（P1）の安全性の考察（3/5）

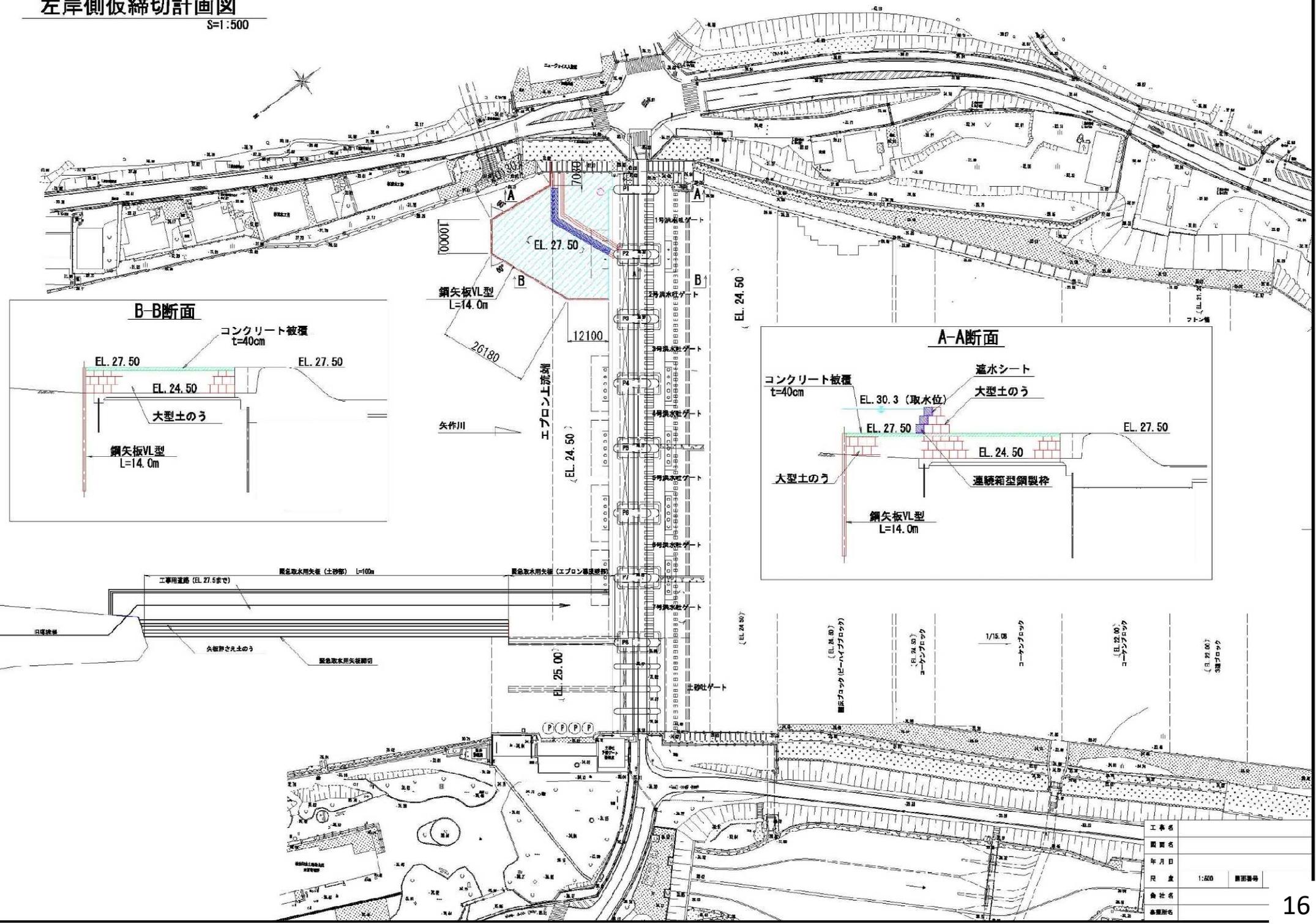
（参考1） 応急対策工の実施

○P1堰柱に直接水圧がかからないように、上流側を矢板と土のうで締切り。
○できる限り流入箇所に水が流れ込まないようにするため、矢板の内側全体を土砂等で埋め、その上をコンクリートで被覆。



左岸側仮締切計画図

S=1:500



B-B断面

A-A断面

| | |
|------|-------|
| 工事名 | |
| 図面名 | |
| 年月日 | |
| 尺貫 | 1:500 |
| 会社名 | |
| 番付別名 | |

明治用水頭首工堰本体（P1）の安全性の考察（4/5）

空洞充填対策の検討

- 現状はP1堰柱に変状はないものの、堰柱下に空洞がある可能性があり、特に地震時においては、安定性を確保できないおそれがあることから、空洞充填対策を検討
- 充填材料は、十分な強度（P1:0.2N/mm²、固定堰：0.1N/mm²）を有すること
- 十分な充填性を有すること及び水中分離抵抗が高いこと

| 注入材の種別 | モルタル | エアモルタル ・エアミルク |
|--------|---|---|
| 工法概要 | モルタルをそのまま注入 配合により高強度が得られる | セメントミルクやモルタルに発泡剤を混ぜ流動性を良くした材料を注入 |
| 材料特性 | モルタル、ベントナイトモルタル 圧縮強度 1.5N/mm ² 以上 ゲルタイム 数時間～1日 | エアミルク、エアモルタル 圧縮強度 1.5N/mm ² ゲルタイム 数時間～1日 |
| 施工性 | 充填性：注入材の逸送、流出あり pH、汚濁の懸念あり 水中不分離抵抗：水中不分離材を使用 | 充填性：注入材の逸送、流出あり pH、汚濁の懸念あり 水中不分離性：湧水に接触すると気泡分離し品質低下 |
| 特徴 | 生コン工場で製造（プラント不要） | 極めて流動性に富み軽量安価 リークが多く材料分離が生じやすい |
| 総合評価 | 材料分離が生じやすい 品質が劣る | 材料分離が生じやすい 品質が劣る |
| 判定 | × | × |

明治用水頭首工堰本体（P1）の安全性の考察（5/5）

空洞充填対策の検討

| 注入材の種別 | 可塑性注入材 (非エア系) | スラグ・石灰系 | 発砲ウレタン |
|--------|---|--|---|
| 工法概要 | セメントミルクからなる基材と可塑剤をコンピュータ制御し圧送する | スラグを主成分とするA液と石灰系硬化剤を坑口付近で混合し可塑性グラウトを充填する | 原液を小型機材にて発泡させ空洞を現場発泡硬質ウレタンフォームで充填 |
| 材料特性 | セメントミルク+可塑剤 圧縮強度 1.5N/mm ² ゲルタイム 2液混合直後から可塑性 | スラグ+石灰系硬化剤・粘着剤 圧縮強度 3.4N/mm ² ゲルタイム 2液混合直後から可塑性 | 発泡ウレタンフォーム 圧縮強度 0.1~1.2N/mm ² ゲルタイム 1~3分程度 |
| 施工性 | 充填性：可塑状であるが加圧すれば容易に流動する pH、汚濁とも変化は小さい 水中不分離抵抗が高く水中打設可能 | 充填性：可塑状であるが加圧すれば容易に流動する pH、汚濁とも変化は小さい 水中不分離抵抗が高く水中打設可能 | 充填性：局所注入が可能、流動性が少ない、発泡剤率調整可能 水中でも発砲し硬化する 注入装置がコンパクトで施工が容易 |
| 特徴 | コンピュータ制御で品質向上 作業休止時は圧送管機材の水洗いが必要 | 長距離圧送が可能 逸送、漏出は少ない | 大規模な空洞充填には不利 圧縮強度が他の工法に比べ低く、長期的な耐久性にも課題 |
| 総合評価 | 流動性があり材料分離がなく品質が良い | 水ガラスを使用しており、環境面で他に劣る | 大規模充填に不利 |
| 判定 | ○ | × | × |

明治用水頭首工下流エプロンの安全性の考察（1/3）

揚圧力に対する安全性について

【現状】

○上流水位が取水位 (EL30.3m) の時に、上流エプロン及び止水矢板が機能していない条件で検証したところ、いずれの地点も揚圧力に対する安全率（4/3以上）を確保できていない状況。

【応急対策後】

○上流エプロン及び止水矢板が機能していない区間について、コンクリートでの閉塞及び上流側鋼矢板締切を行う応急対策の実施により、揚圧力を軽減し、揚圧力に対する安全性を確保。

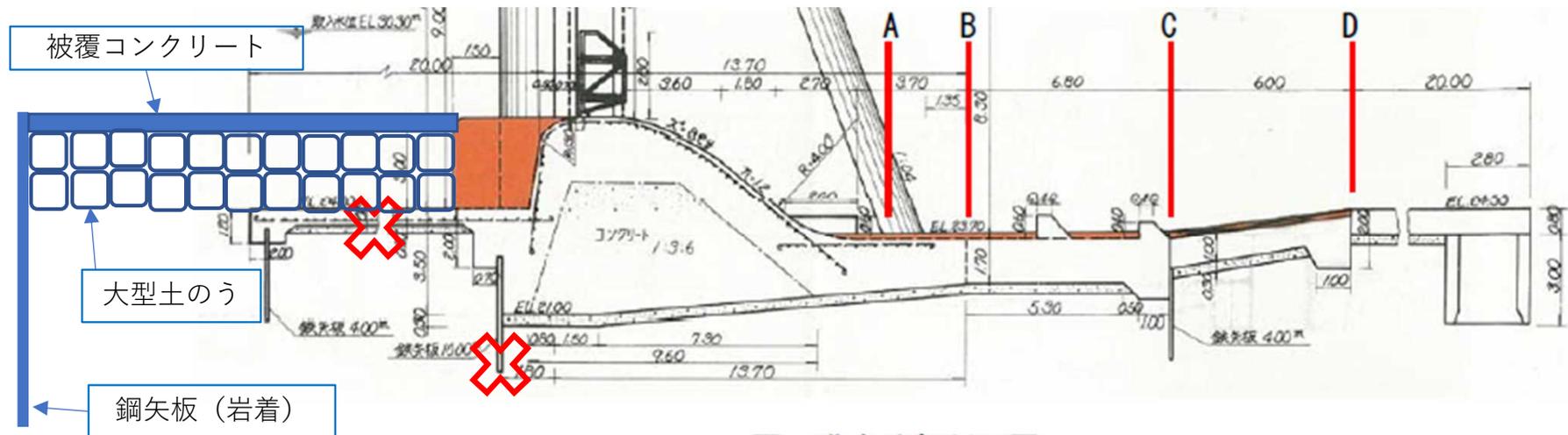


図 洪水吐部断面図

| | 安全率 | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A | B | C | D |
| 現状 | 1.136 | 0.808 | 0.935 | 0.624 |
| 応急対策後 | 2.022 | 1.677 | 2.222 | 1.086 |

明治用水頭首工下流エプロンの安全性の考察（2/3）

洪水時の安全性について（1）

過去10年間の最大洪水時の下流の流況

○最大流量 $Q_{max} = 1,474 \text{ m}^3/\text{s}$ 【平成25年9月16日12:00】

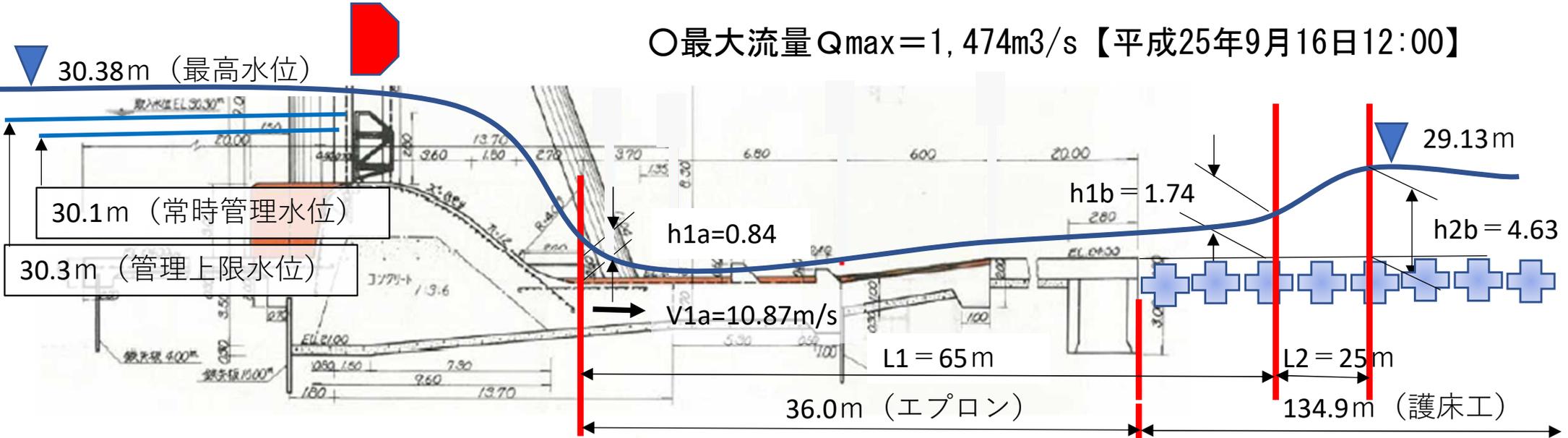


図 洪水吐部断面図

| 流量 (m ³ /s) | 越流水位 (m) | V _{1a} (m/s) | L 1 (m) | L 2 (m) | 下流水位 (m) | 流量 (m ³ /s) | 越流水位 (m) | V _{1a} (m/s) | L 1 (m) | L 2 (m) | 下流水位 (m) |
|------------------------|----------|-----------------------|---------|---------|----------|------------------------|----------|-----------------------|---------|---------|----------|
| 400 | 28.36 | 9.73 | 19 | 12 | 26.62 | 2000 | 30.01 | 11.25 | 69 | 30 | 30.05 |
| 500 | 28.50 | 13.18 | 39 | 13 | 26.92 | 3000 | 30.79 | 11.84 | 73 | 38 | 31.59 |
| 600 | 28.63 | 10.01 | 41 | 15 | 27.2 | 4000 | 31.49 | 12.33 | 73 | 45 | 32.92 |
| 1000 | 29.08 | 10.46 | 57 | 20 | 28.17 | 4360 | 31.72 | 12.49 | 73 | 47 | 33.7 |

※洪水の規模が400m³/s程度までは、下流エプロンの範囲で跳水が発生
 洪水の規模が500m³/s程度を超えると跳水の発生位置は、護床工の範囲

明治用水頭首工下流エプロンの安全性の考察（3/3）

洪水時の安全性について（2）

【現状】

- 大規模な洪水を受けておらず下流エプロンに沈下等の変状は見られない
- エプロンの全体に空洞が及んでいないこと、固定堰と一部一体化していること、止水矢板や井筒が支点として支えていることから沈下していないと推測
- $400\text{m}^3/\text{s}$ 程度の洪水を受けると下流エプロンで跳水が発生し、吸出しにより空洞が広がるおそれ
- $500\text{m}^3/\text{s}$ 程度を超える洪水を受けると護床工の範囲で跳水が発生し、減勢効果が期待できなくなり局所洗堀が発生するおそれ

【応急対策後】

- 応急対策を実施し、鋼矢板、大型土のうで仕切ることで、洪水時の左岸側流下量を低減
- 応急対策に加え、洪水吐ゲートを右岸側から開ける操作をすることで、下流水位が上昇し、左岸側での跳水発生を抑制
- 上記対策により、洪水時のエプロン及び護床工への影響を軽減

