

漏水発生メカニズム(案)

- 1 水みちの経路
- 2 浸透路長の確認
- 3 発生要因
 - ・ 設計関係
 - ・ 地盤関係
 - ・ 経年・劣化関係
- 4 パイピングメカニズム
- 5 教訓

1 水みちの経路（第1段階）

・令和3年12月27日～令和4年4月11日

①流入口

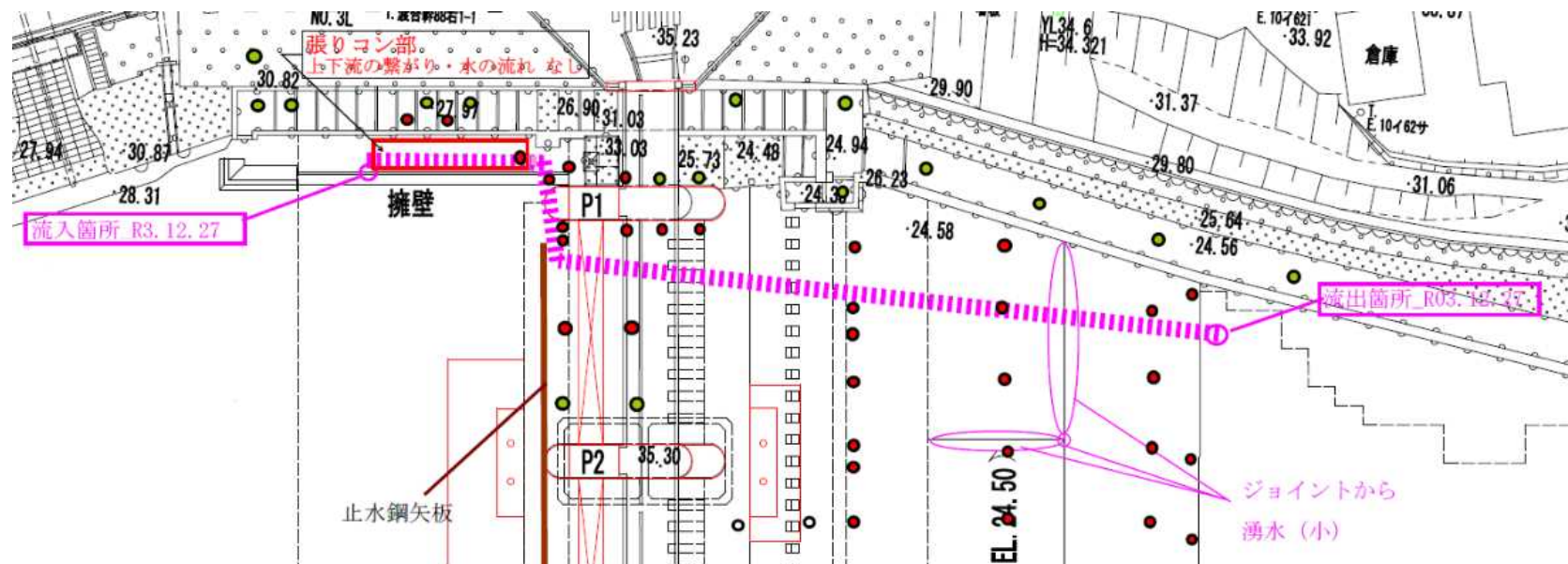
左岸魚道横の張コンクリートとエプロン擁壁の接合部。張コンクリート内の削孔時に水の流れる音を確認していることから、張コンクリート下を流下したと推定。

②堰体位置

左岸取り付け部の止水矢板のない範囲を流下したと仮定。P1堰柱直上流の削孔時に水の流れる音を確認していることから、P1堰直上流からP2方向に流下したと推定。

③流出口

下流側エプロンの下流端で流出した地点。



1 水みちの経路（第2段階）

・ 令和4年5月15日

① 流入口

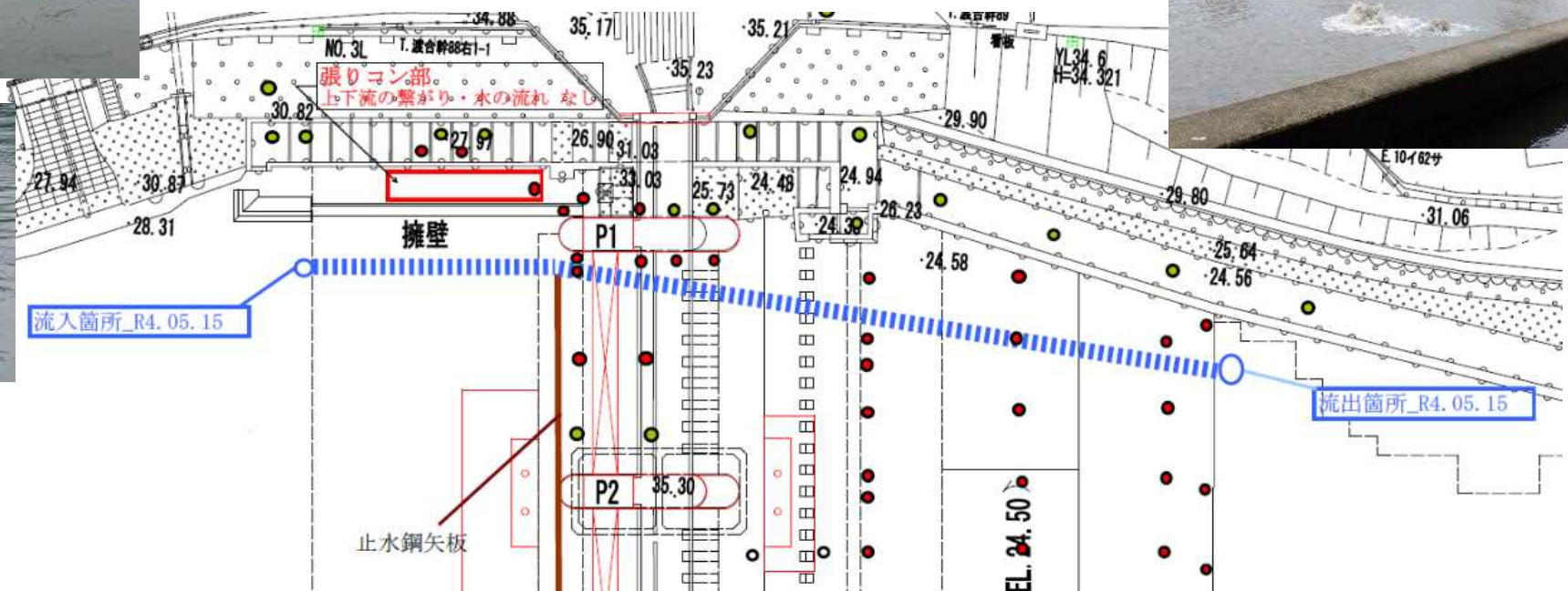
上流側エプロンの上流端で吸込み渦の観察された地点。

② 堰体位置

左岸取り付け部の止水矢板のない範囲を流下したと仮定。

③ 流出口

下流側エプロンの下流端で流出していた地点。



①流入口

②堰体位置

③ 流出口

なお、下流側エプロンの空洞は令和4年5月17日以降、時間経過とともに次第に広範囲になったと考えられ、これは大きな流水の流下によって河床砂礫が吸い出されたことによるものと推測。





2 浸透路長の確認（水理学的安定性）

建設当時の設計では、ブライの方法で係数Cを粗砂の12、上下流最大水位差 ΔH を5.9mとして計算しており、必要浸透路長は、ブライの方法で70.8m、レーンの方法で29.5mとなる。

（必要浸透路長）

①ブライの方法 $C \times \Delta H = 12 \times 5.9 = 70.8\text{m}$

②レーンの方法 $C' \times \Delta H = 5 \times 5.9 = 29.5\text{m}$

（堰本体の止水矢板を考慮したケース）

①ブライの方法

赤字：上流エプロン

$$S = 2 \times 4.0 - 0.8 + 18.2 + 1.7 + 2 \times 10 - 2.7 + 15.5 + 6.8 + 2 \times 4.0 - 1.0 + 6.0 + 20.0 + 0.8 = 100.5\text{m} \geq 70.8\text{m} \quad \textcircled{\circ}$$

②レーンの方法

$$L = (18.2 + 22.3 + 6.0 + 20.0) / 3 + (2 \times 4.0 - 0.8 + 2 \times 10 - 2.7 + 2 \times 4.0 - 1.0 + 0.8) = 54.4\text{m} \geq 29.5\text{m} \quad \textcircled{\circ}$$

（堰本体の止水矢板を考慮しないケース）

①ブライの方法

赤字：上流エプロン

$$S = 2 \times 4.0 - 0.8 + 18.2 + 1.7 + 0 + 15.5 + 6.8 + 2 \times 4.0 - 1.0 + 6.0 + 20.0 + 0.8 = 83.2\text{m} \geq 70.8\text{m} \quad \textcircled{\circ}$$

②レーンの方法

$$L = (18.2 + 22.3 + 6.0 + 20.0) / 3 + (2 \times 4.0 - 0.8 + 0 + 2 \times 4.0 - 1.0 + 0.8) = 37.1\text{m} \geq 29.5\text{m} \quad \textcircled{\circ}$$

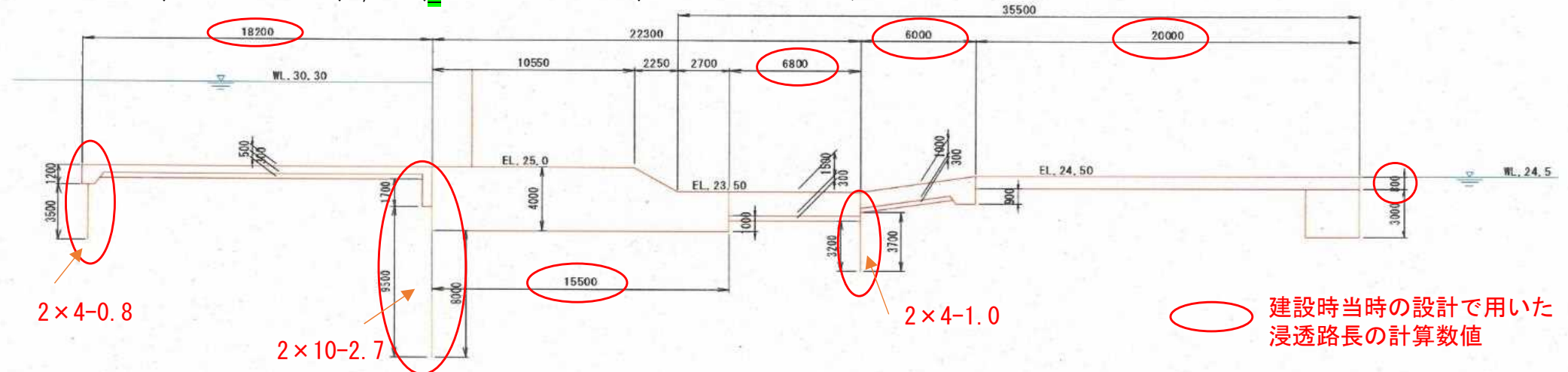
（上流エプロンが機能しない場合で堰本体の止水矢板を考慮しないケース）

①ブライの方法

$$S = 1.7 + 0 + 15.5 + 6.8 + 2 \times 4.0 - 1.0 + 6.0 + 20.0 + 0.8 = 57.8\text{m} < 70.8\text{m} \quad \times$$

②レーンの方法

$$L = (22.3 + 6.0 + 20.0) / 3 + (0 + 2 \times 4.0 - 1.0 + 0.8) = 23.9\text{m} < 29.5\text{m} \quad \times$$



2 浸透路長の確認（水理学的安定性）

堰本体の止水矢板がない場合でも、浸透路長は確保

[堰本体の左岸取り付け部に矢板がない理由（推測）]

○止水矢板がなくとも、浸透路長を確保している

- ・ 全体的に止水矢板が設置されているのは、垂直浸透路による揚圧力の減殺のためであり、その結果、エプロン必要厚を1,000mmから800mmとすることが可能となった。

○左岸取り付け部は、左岸に近づくにつれて岩盤線が上がるため止水矢板を打設できなかった

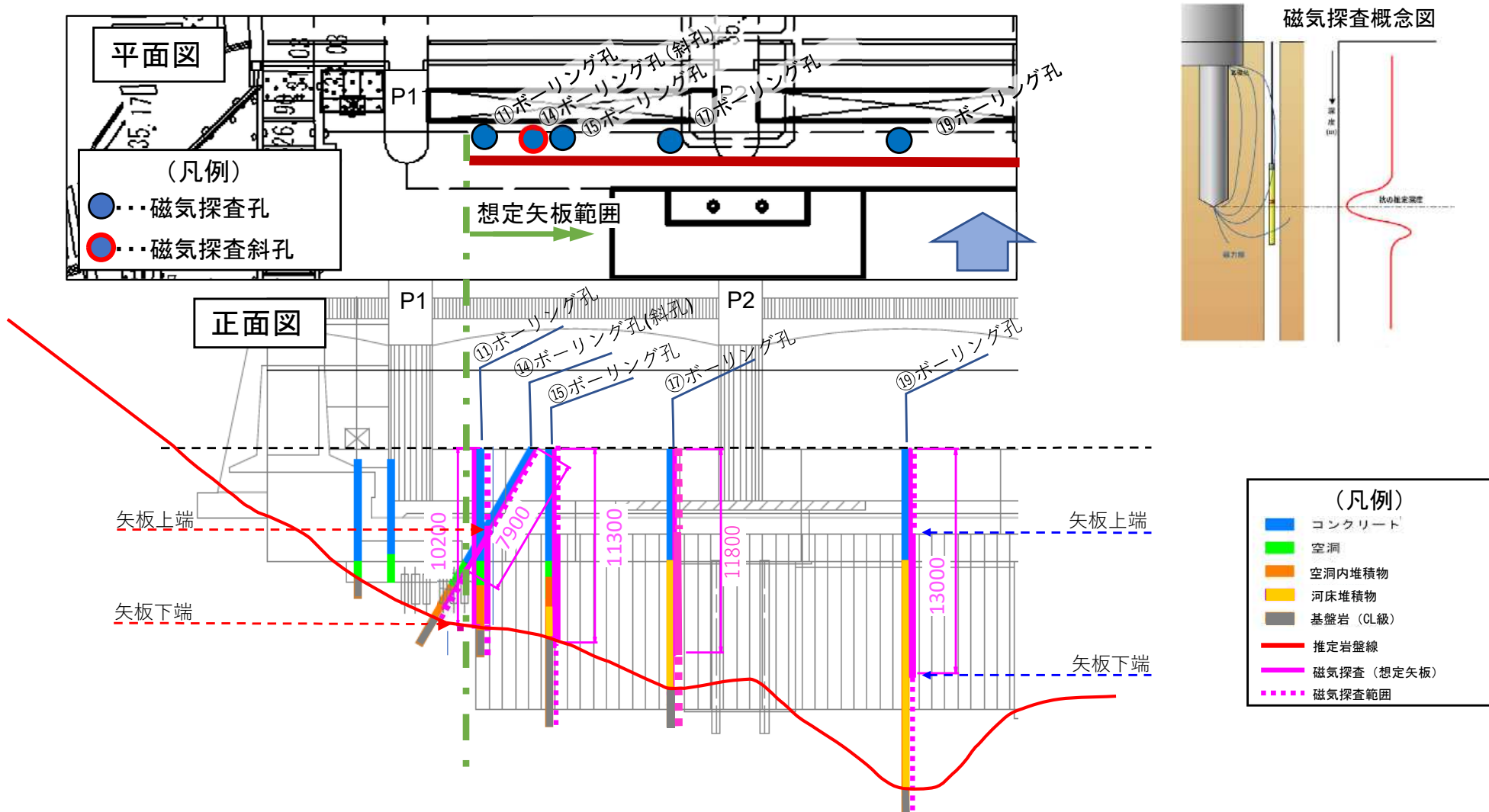
- ・ 当時の技術では打ち込みができなかった。
建設当時の記録に、10mの矢板を8m打ち込み、土留めとして使用した後に2m打ち込もうとしたが、打ち込み困難であったとの記述。
- ・ 岩盤線が高いため、浸透量は堰中央付近と比べて小さいと建設当時の技術者は考えた可能性がある。

3 発生要因 設計関係（止水矢板の設置状況）

堰本体の止水矢板の設置範囲及び深度を確認するため、ボーリング孔にて磁気探査を実施。

【結果】

- ・ No.⑭ボーリング孔（斜孔）で、止水矢板の設置左岸端と思われる反応。
- ・ No.⑮ボーリング孔で、想定岩盤線付近で止水矢板の反応。
- ・ No.⑲ボーリング孔で、想定される止水矢板下端位置に比べて 2 m 短い位置で止水矢板下端の反応。



3 発生要因 設計関係（下流エプロンの継目の止水機能による影響）

- 下流エプロンの継目の止水性（止水板の有無）を確認するためコア抜き調査を実施。
- 継目に止水板が入っていなかったことを確認。
- 削孔したコアの形状から、継目の開きは10mm～20mm。



コンクリートコア（継目に隙間）



コンクリートコア（内側）
止水板 なし

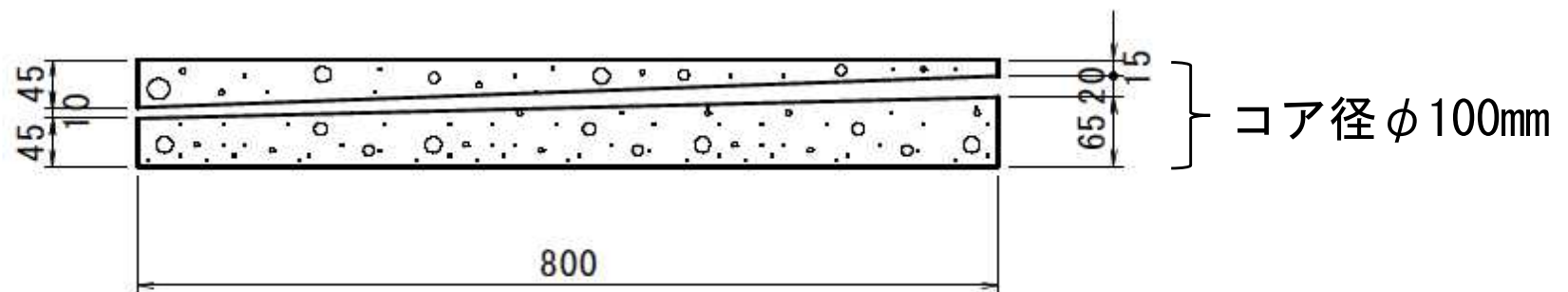
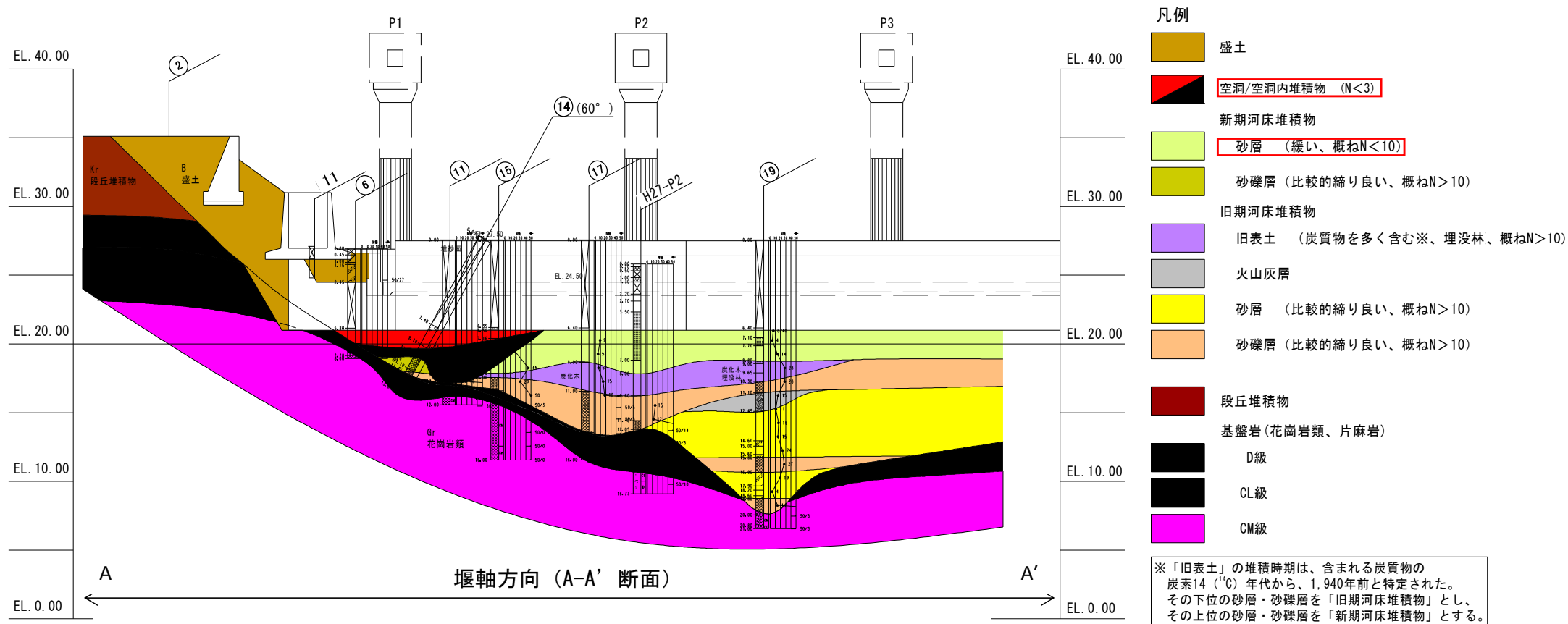


図-2 コンクリートコア概要図

○P1-P3堰柱間の洪水吐き堰体コンクリートに、厚さ2～3m程度、N値10未満相当の砂層が分布。
 ○P1堰柱下部の空洞内堆積物（N値3未満）は、砂層（N値10未満）が流水により流され、水みちに堆積したものと推測。



3 発生要因 地盤関係 (空洞厚さ分布図 (平面図))

