

堰内部空洞調査 《別添－2》

堰内部空洞調査 概要（全体調査）

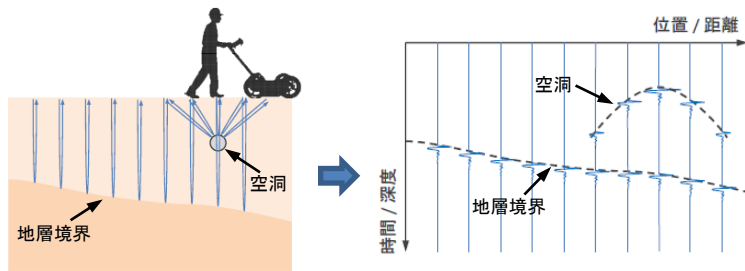
(1) 調査実施箇所(全体調査)

過去に把握している空洞の状態確認や新たな空洞の発見を目的に地中レーダ探査(全体調査)を実施。また、空洞の可能性が確認(強反射)された箇所については、空洞の大きさ等を確認する地中レーダ探査(詳細調査)を実施。

地中レーダ(Ground Penetrating Radar: GPR)探査は電磁波の地下物体からの反射を利用した地下探査手法であり、地下の状況を高速かつ高精度に可視化できることが特長である。

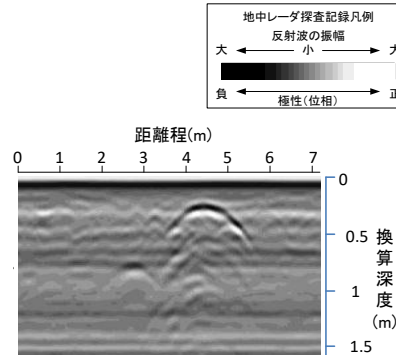
地中レーダ探査は、アンテナから電磁波を地中に放射し、地下の埋設物や地層境界から反射してくる電磁波を測定して、地下構造をイメージングする技術。

電磁波は、地盤の誘電率の不連続面で強い反射が見られる。特に金属物や空洞などは周囲の地盤と誘電率が大きく違うため、強い反射が得られる。



アンテナを移動させながら、電磁波の反射を記録

アンテナの位置(距離)と反射波の時間(深度)で反射点を可視化します



空洞箇所の記録例

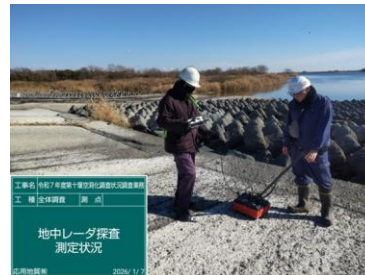
高精度ポジショニングレーダシステム

地中レーダ探査技術とGNSSなどの測位技術を組み合わせた、高精度ポジショニングレーダでは、10cm程度の精度で地下の埋設物の位置を把握することが可能。

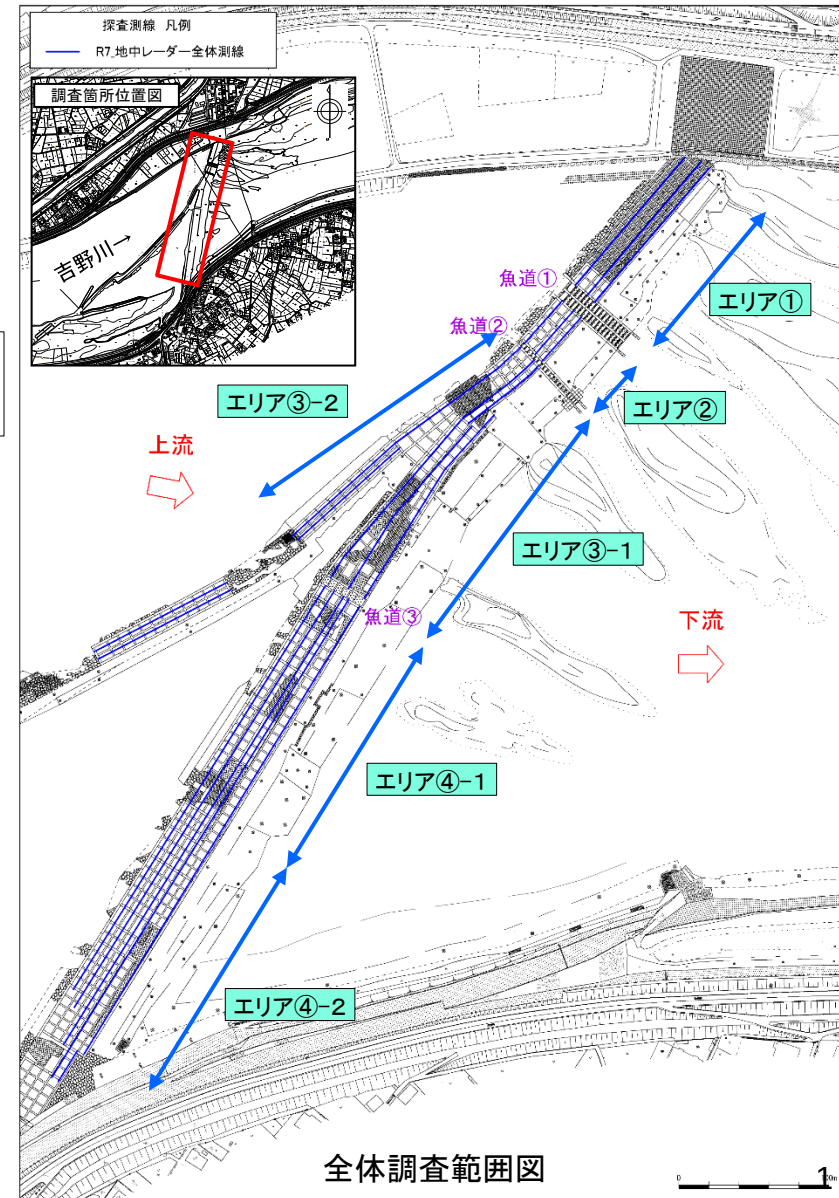
カート型で歩く速度で測定することができるため、測定効率に非常に優れたシステムです。三次元的(面的)な測定が容易。



高精度ポジショニングレーダシステム



地中レーダ探査 測定状況



全体調査範囲図

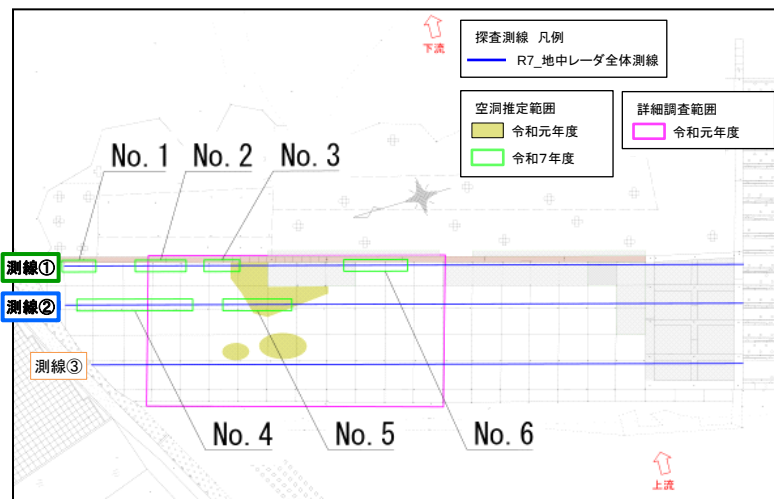
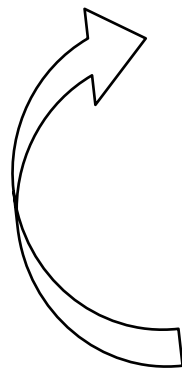
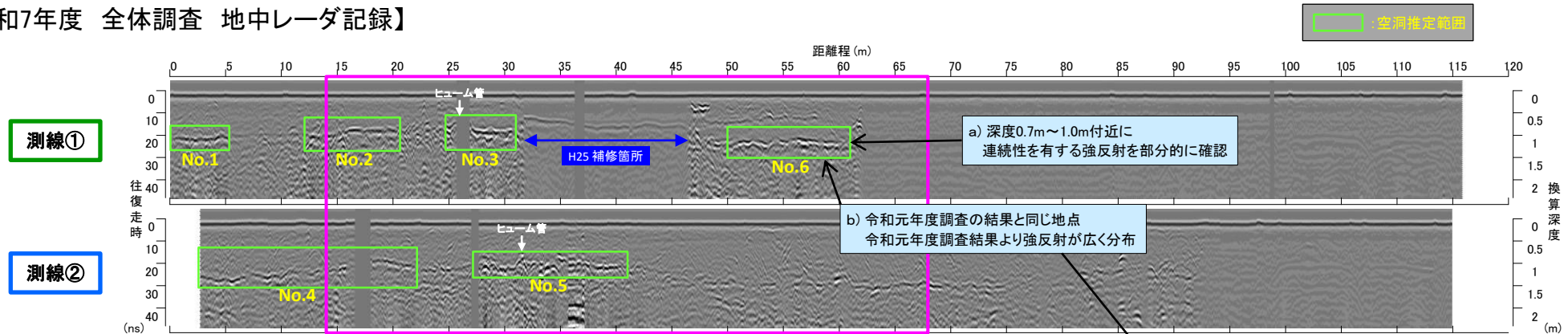
堰内部空洞調査 調査結果（全体調査）

(2) 調査結果（全体調査：エリア①）

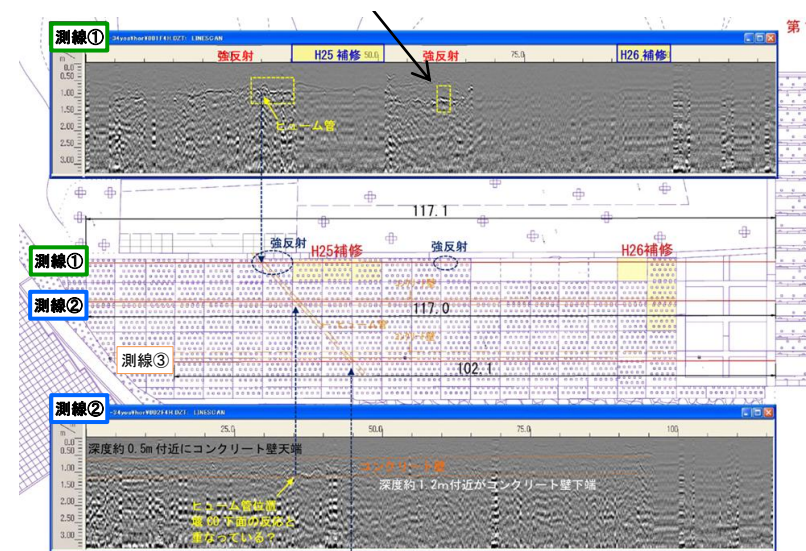
a) エリア①については、深度0.7～1.0m付近に連続性を有する強反射が部分的に確認されている。

b) 令和元年度調査結果と比べ今回調査では、強反射が広く分布している。

【令和7年度 全体調査 地中レーダ記録】



参考：【令和元年度 全体調査 地中レーダ記録】

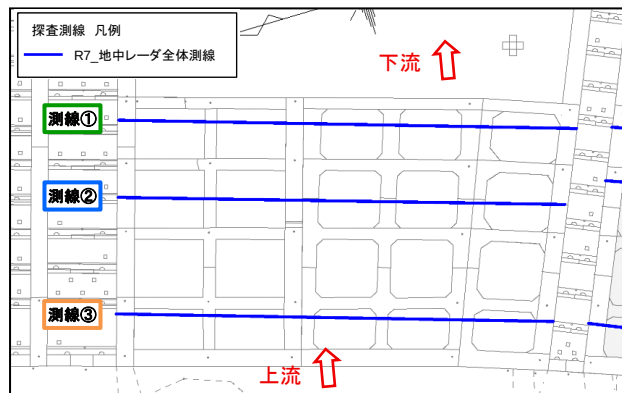
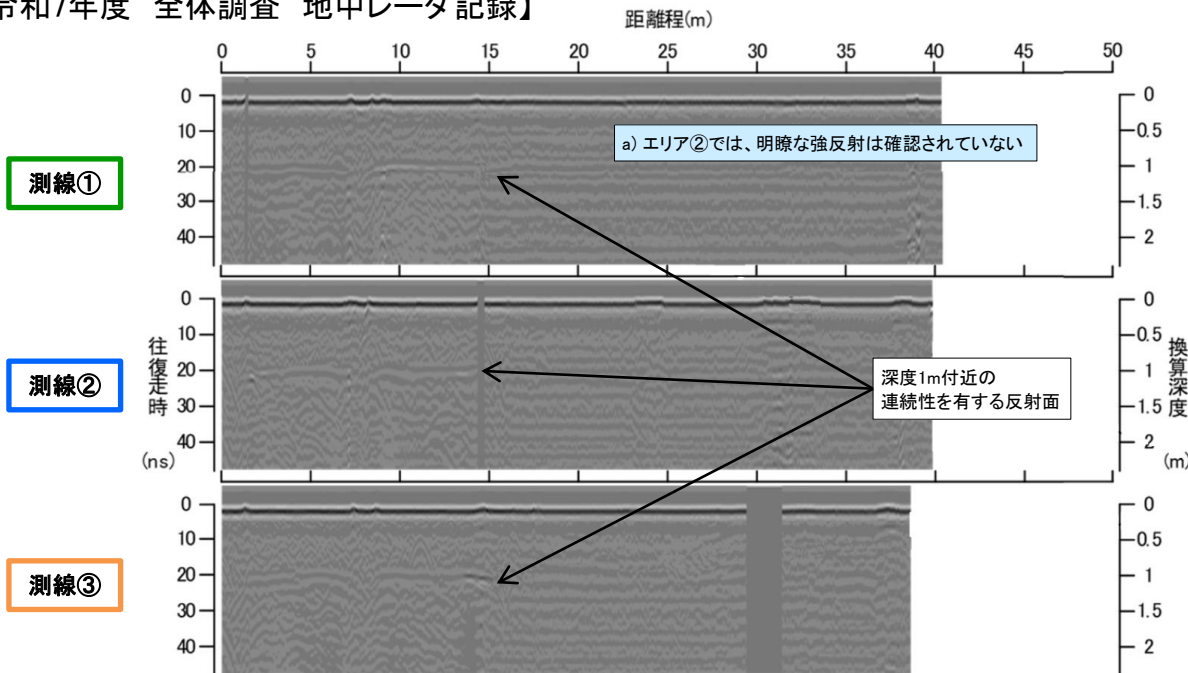


堰内部空洞調査 調査結果（全体調査）

(2) 調査結果（全体調査：エリア②）

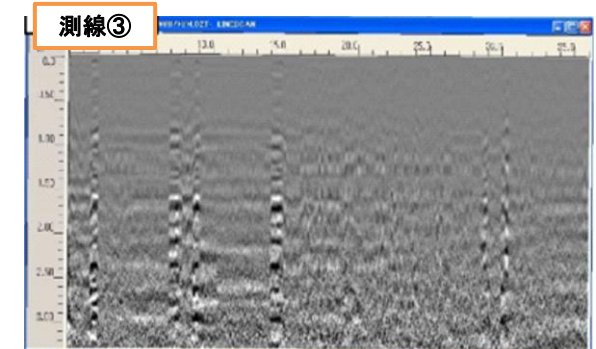
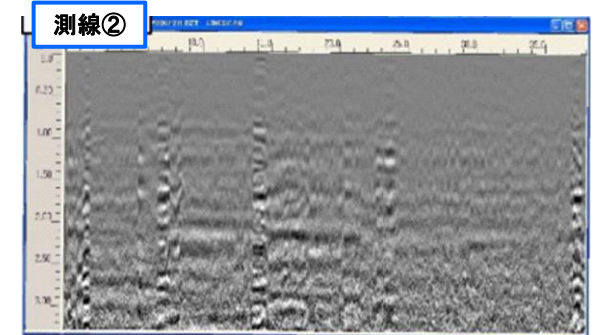
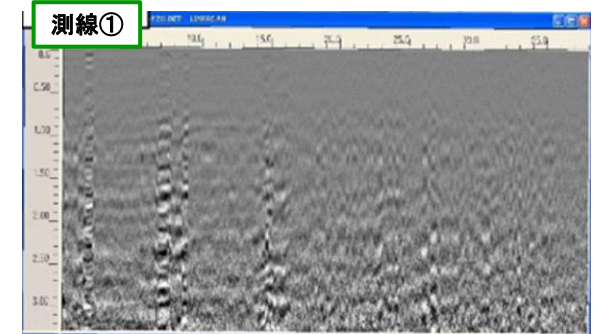
- a) エリア②については、深度1m付近に連続性を有する反射面を検出しているが、明瞭な強反射は確認されていない。
- b) 令和元年度調査の結果と比較しても同様の反応が確認されている。

【令和7年度 全体調査 地中レーダ記録】



b) 令和元年度調査の結果と同様、強反射は見られない

参考：【令和元年度 全体調査 地中レーダ記録】

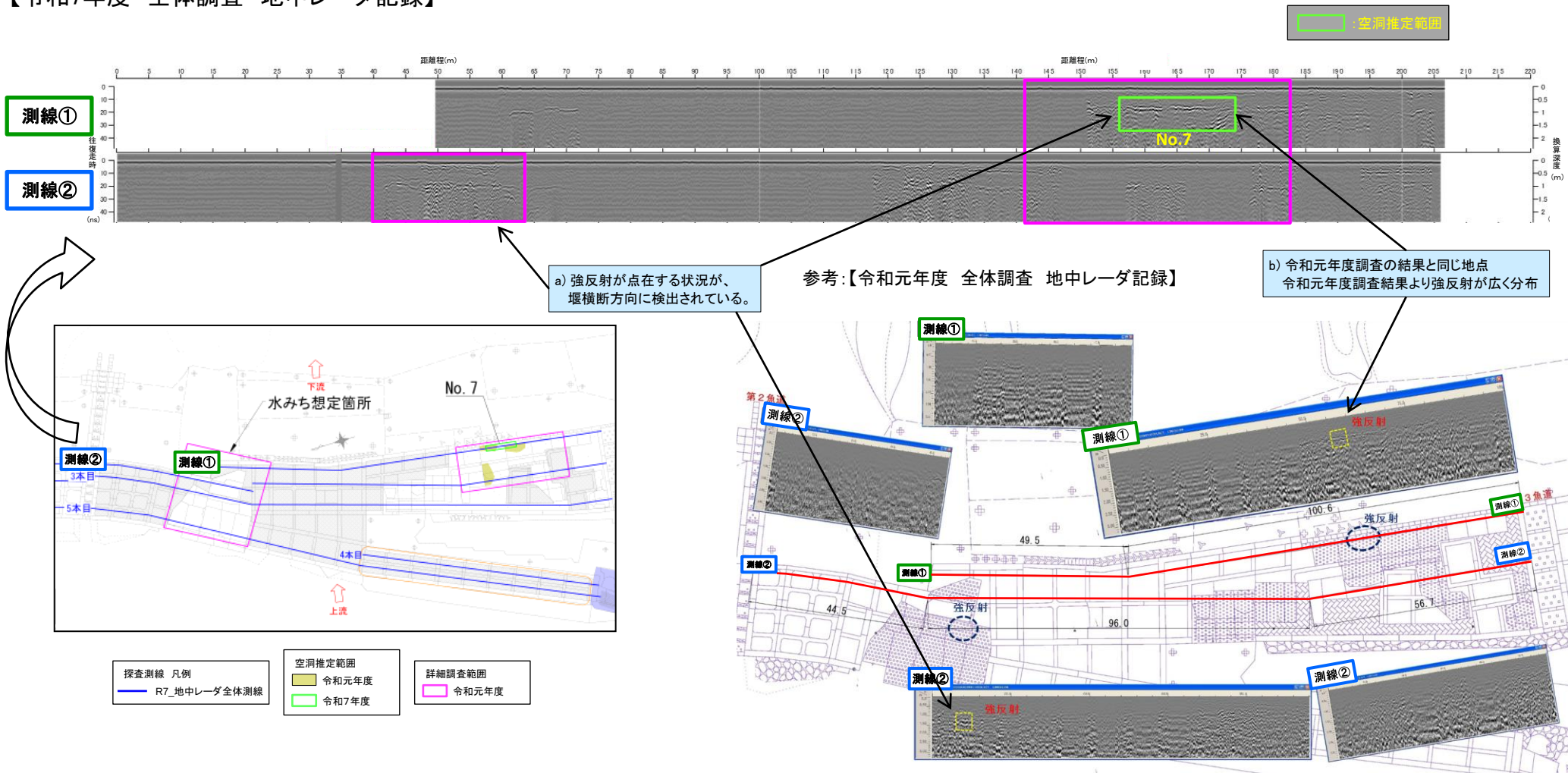


堰内部空洞調査 調査結果（全体調査）

（2）調査結果（全体調査：エリア③-1）

- a) エリア③-1については距離程40～63m区間および156～174m区間で、強反射が点在する状況が確認されている。
b) 令和元年度調査結果と比べ今回調査では強反射が広く分布している。

【令和7年度 全体調査 地中レーダ記録】

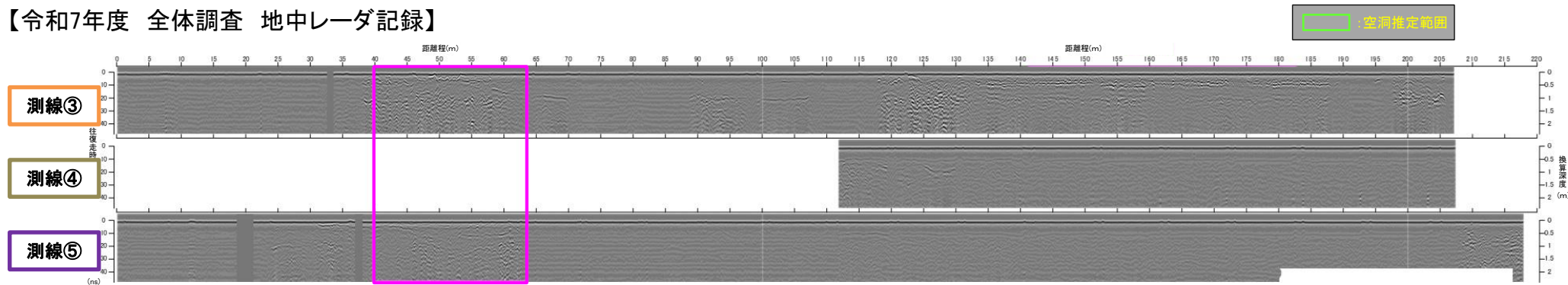


堰内部空洞調査 調査結果（全体調査）

（2）調査結果（全体調査：エリア③-2）

- a) エリア③-2については、距離程40～63m区間で、強い反射が点在する状況が確認されたが、空洞の可能性のある反射までは確認されなかった。
- b) 令和元年度調査結果と同様の反応が確認された。

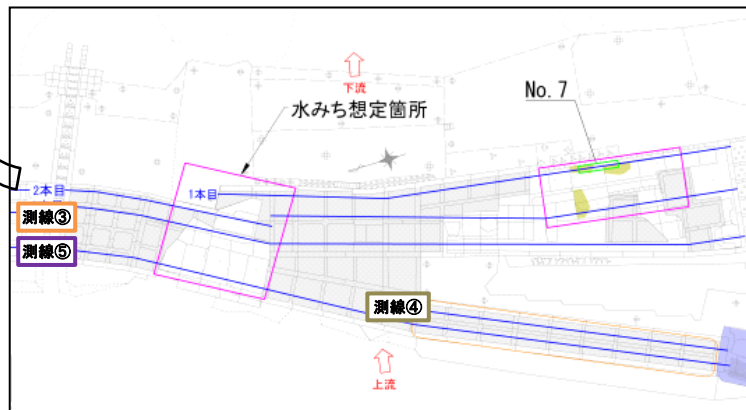
【令和7年度 全体調査 地中レーダ記録】



a) 強い反射が点在する状況が確認されたが空洞の可能性のある反射までは確認されない。

参考：【令和元年度 全体調査 地中レーダ記録】

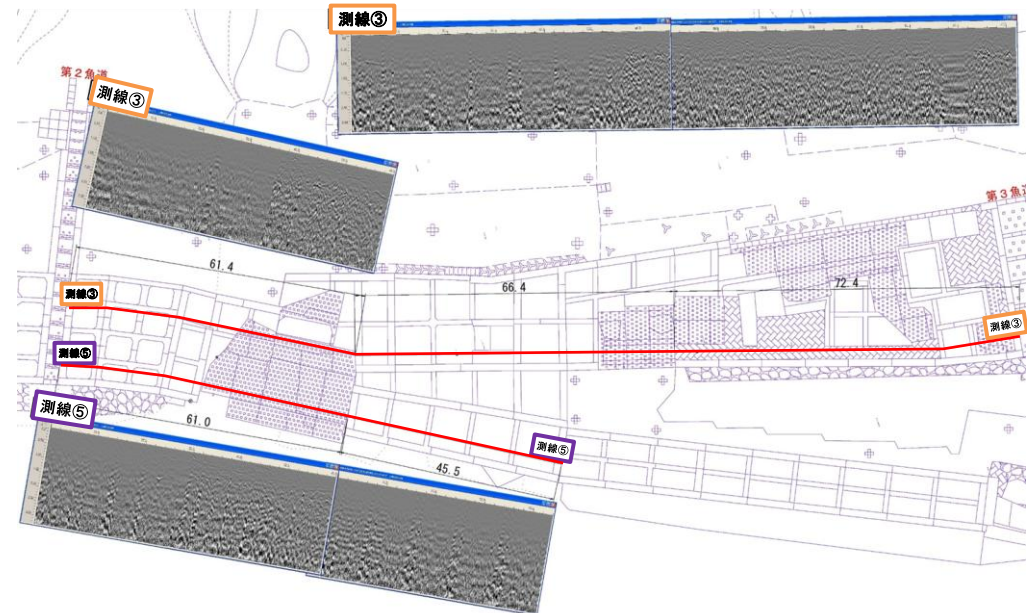
b) 令和元年度調査の結果と同様、強い反射は見られない



調査測線 凡例
— R7_地中レーダ全体測線

空洞推定範囲
令和元年度
令和7年度

詳細調査範囲
令和元年度

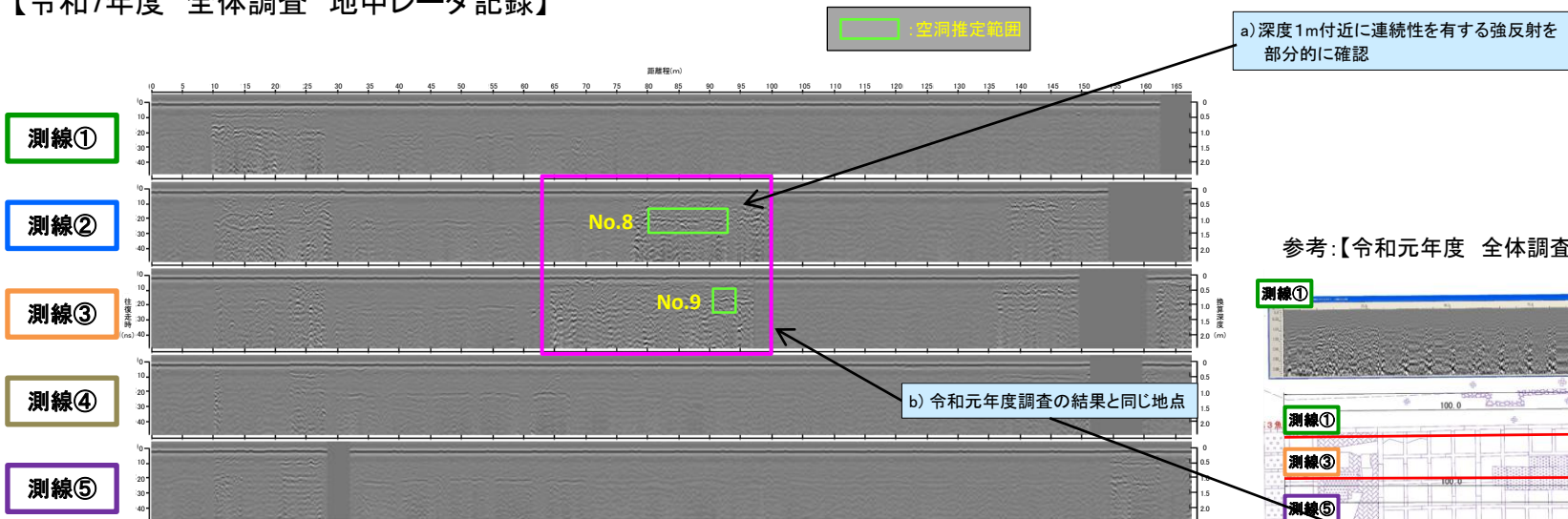


堰内部空洞調査 調査結果（全体調査）

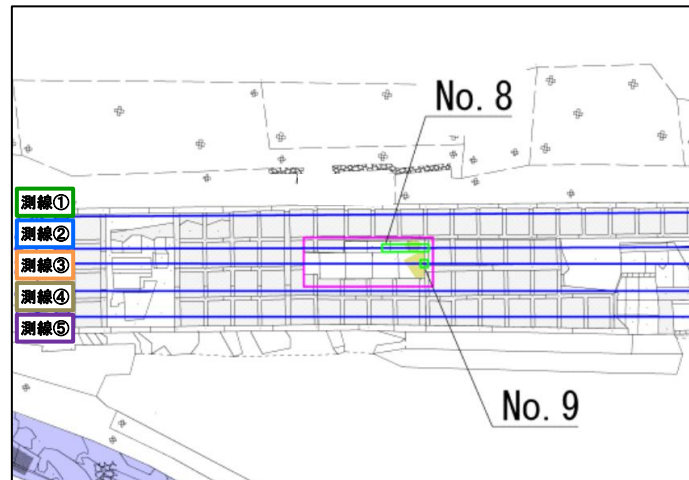
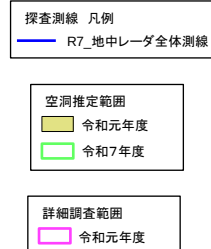
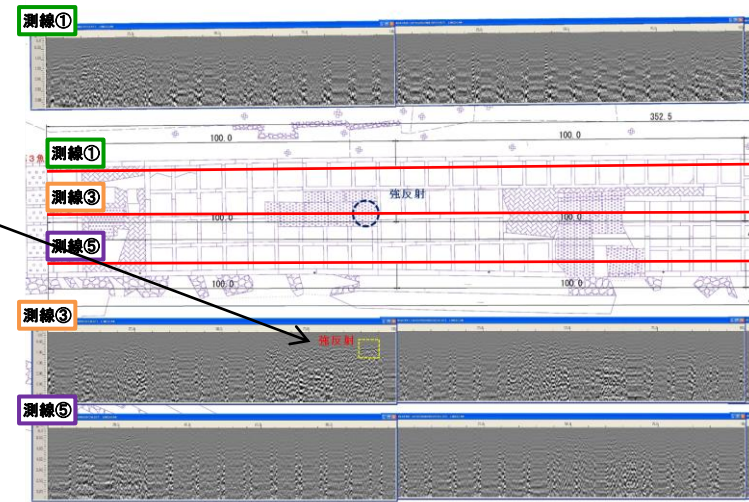
（2）調査結果（全体調査：エリア④-1）

- a) エリア④-1については、測線②の距離程80～93m区間および測線③の距離程92m付近において、深度1m付近に連続性を有する強反射を確認した。
b) 令和元年度調査結果と比較しても同様の反応が確認された。

【令和7年度 全体調査 地中レーダ記録】



参考：【令和元年度 全体調査 地中レーダ記録】

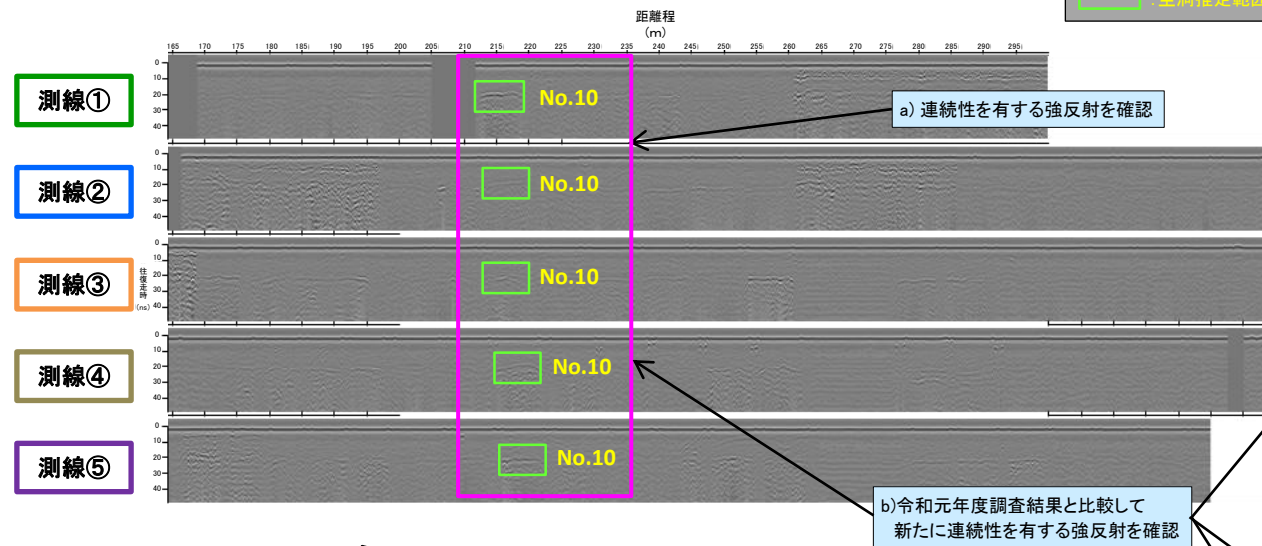


堰内部空洞調査 調査結果（全体調査）

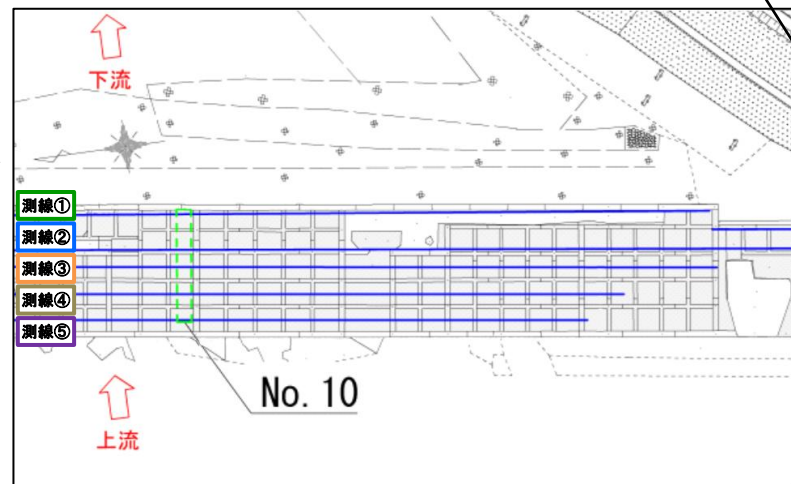
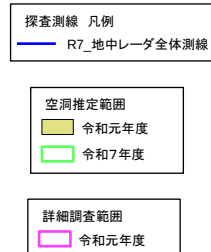
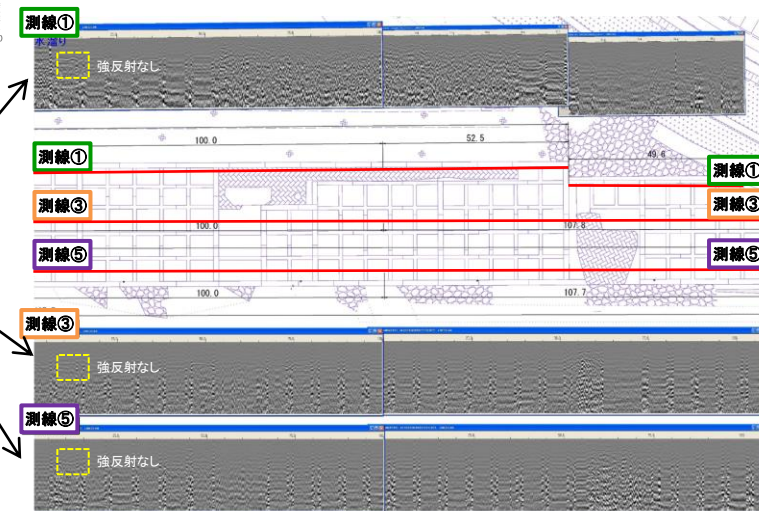
（2）調査結果（全体調査：エリア④-2）

- a) エリア④-2については、距離程215m付近で、連続性を有する強反射を確認した。
b) 令和元年度調査結果と比較して、新たに連続性を有する強反射が確認された。

【令和7年度 全体調査 地中レーダ記録】



参考：【令和元年度 全体調査 地中レーダ記録】



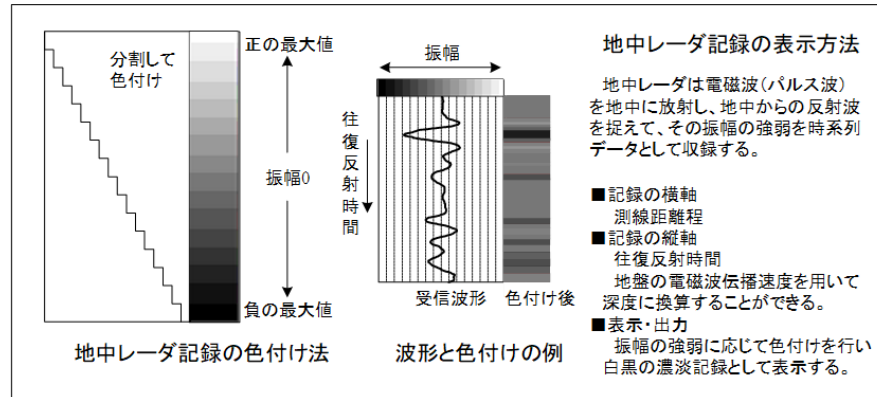
堰内部空洞調査 概要（詳細調査）

(3) 調査実施箇所(詳細調査)

全体調査(測線調査)の結果をもとに、空洞の可能性ある空洞推定範囲No.1～No.10の10箇所(エリア①、③-1、④-1、④-2)について詳細調査(メッシュ調査)を実施した。また、空洞推定範囲のうち、代表的な箇所でコア抜き調査を実施し、状況を確認した。

【地中レーダ探査解析】

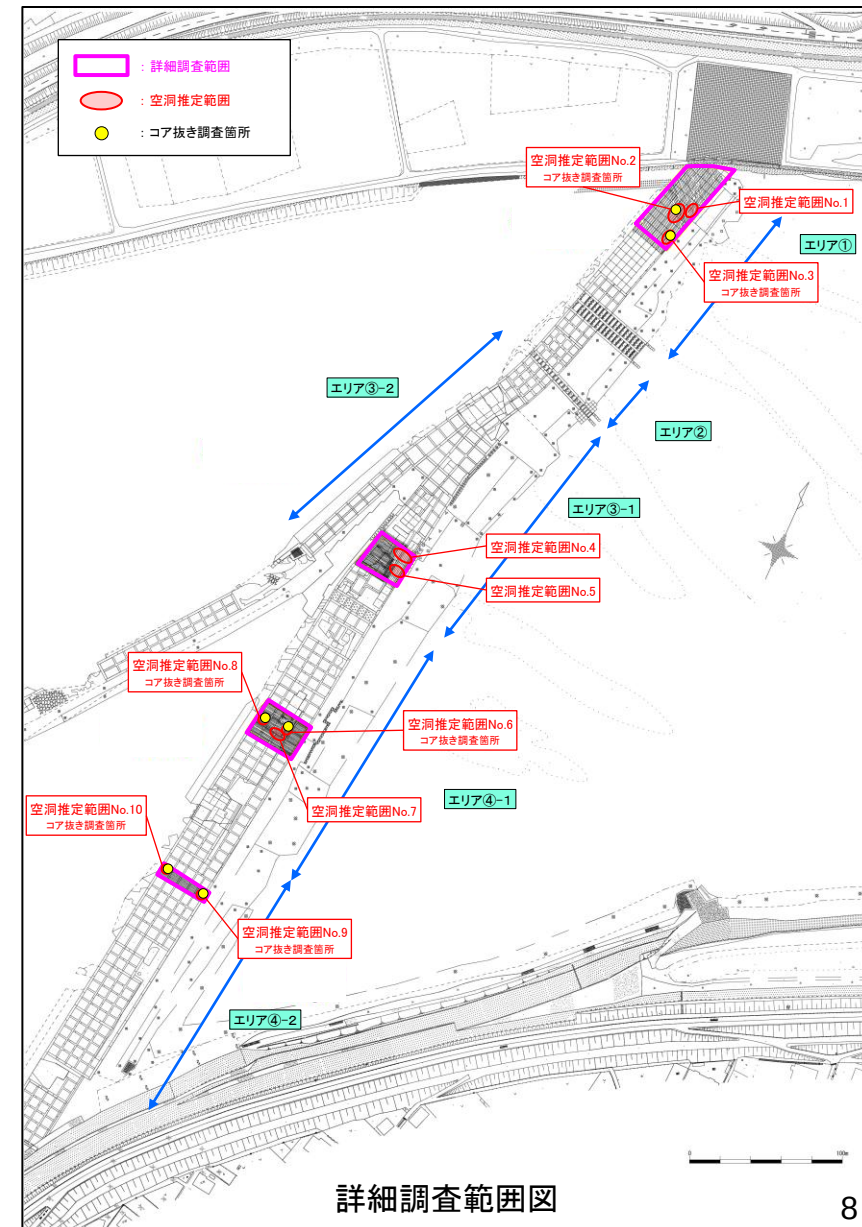
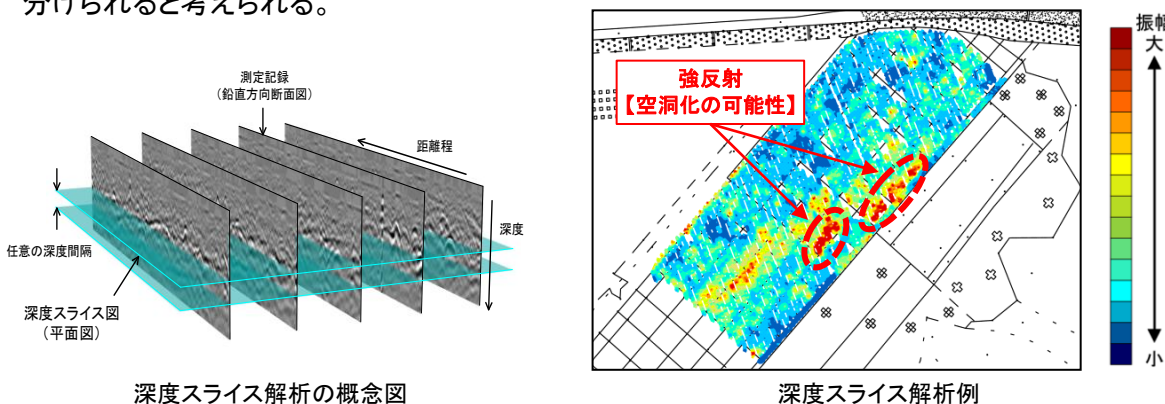
地中レーダ探査により取得したデータの中から、埋設物の特徴を示す信号を抽出し、埋設物の有無および位置を推定する。



【深度スライス解析】

高密度に設定した高反射の測定記録を平面的に切り出し、その振幅の強弱を図化する解析方法である。

地下レーダの振幅が弱い範囲を青、振幅が強い範囲を赤で示している。空洞が地下に存在する場合、その分布範囲は周辺に比べて振幅が大きくなるため、深度スライス平面上では赤く塗り分けられると考えられる。



（4）詳細調査結果のまとめ方

詳細調査の結果については、過年度調査結果と比較した以下の3パターンで整理をする。

【パターン1】過年度調査と同様の空洞が見られたが、空洞化拡大の懸念の無い箇所

➡ 前回調査で空洞を確認した箇所で、今回調査でも引続き空洞が確認されたが、空洞化の進行が見られなかった箇所。

◎対象箇所：空洞推定範囲No.1、No.2、No.4、No.5、No.7

【パターン2】過年度調査と同様の空洞が見られたが、空洞化拡大の懸念のある箇所

➡ 前回調査で空洞を確認した箇所で、今回調査でも引続き空洞が確認されたが、空洞化の進行が見られた箇所。

◎対象箇所：空洞推定範囲No.3、No.6

【パターン3】過年度調査で空洞が確認されなかったが、空洞の可能性が新たに確認された箇所

➡ 前回調査では空洞は確認されなかったが、今回調査で空洞の可能性が新たに確認された箇所。

◎対象箇所：空洞推定範囲No.8、No.9、No.10

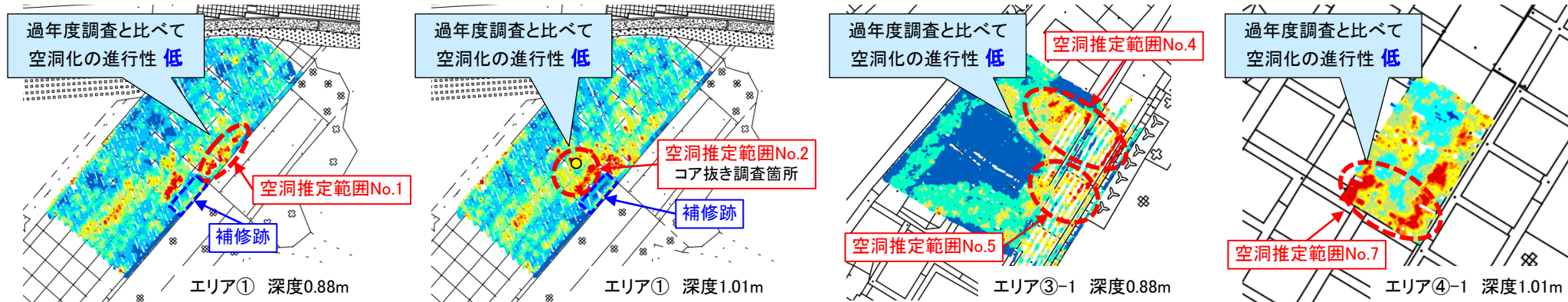
堰内部空洞調査 調査結果（詳細調査）

【パターン1】過年度調査と同様の空洞が見られたが、空洞化拡大の懸念のない箇所

【詳細調査(深度スライス解析)結果】 ◎対象箇所:空洞推定範囲No.1、No.2、No.4、No.5、No.7

過年度調査と同一箇所で見られ、分布範囲もほぼ一致することから空洞化拡大の懸念はないと判断。

代表として空洞推定範囲No.2でコア抜き調査を実施し状況を確認。



【コア抜き調査結果】 ◎コア抜き箇所：空洞推定範囲No.2

空洞推定範囲No.2 は、孔底付近の2箇所、深さ5cm程度の奥行きのある空洞を確認。

深度スライス解析結果の深度0.88～1.01m付近で確認した強反射は、空洞であることが確認された。

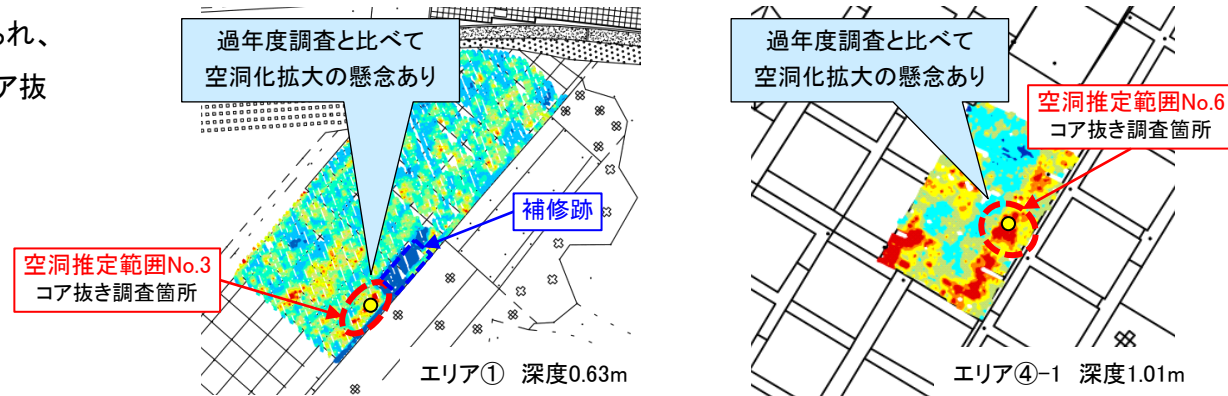


堰内部空洞調査 調査結果（詳細調査）

【パターン2】過年度調査と同様の空洞が見られたが、空洞化拡大の懸念のある箇所

【詳細調査（深度スライス解析）結果】 ◎対象箇所：空洞推定範囲No.3、No.6

過年度調査結果と比較して強反射域が広がっている傾向がみられ、空洞化の拡大が懸念されるため、空洞推定範囲No.3、No.6でコア抜き調査を実施し状況を確認。



【コア抜き調査結果】 ◎コア抜き箇所：空洞推定範囲No.3、No.6

空洞推定範囲No.3 では、孔底付近の左岸側に、深さ5cm程度の奥行きのある空洞を確認。

深度スライス解析結果の深度0.63m付近で確認した強反射は、空洞であることが確認された。

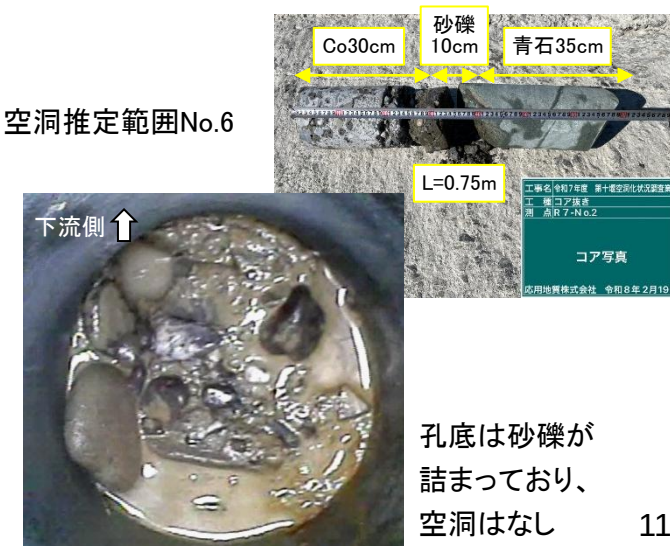
空洞推定範囲No.6 では、コア抜き後の孔底は砂礫が詰まっており、空洞の確認はなかった。

深度スライス解析結果の深度1.01m付近で確認した強反射は、空隙の多い礫との境（構造境界）であった。

空洞推定範囲No.3



空洞推定範囲No.6



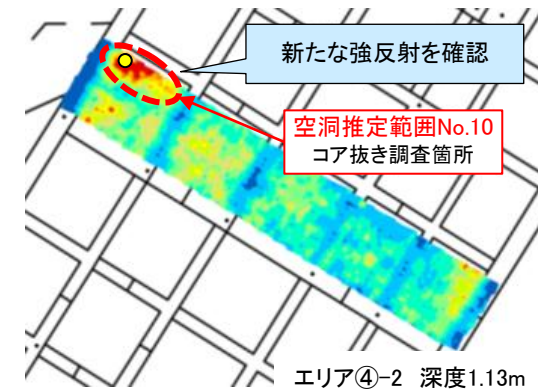
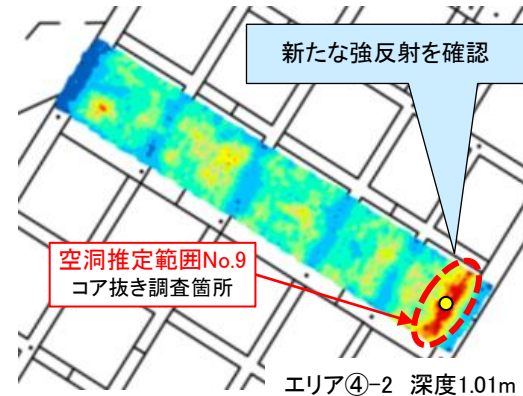
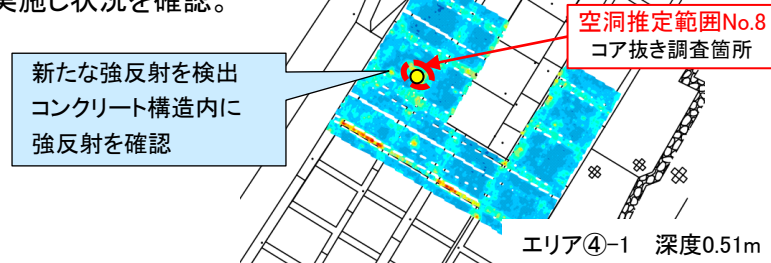
堰内部空洞調査 調査結果（詳細調査）

【パターン3】過年度調査で空洞が確認されなかったが、空洞の可能性が確認された箇所

【詳細調査（深度スライス解析）結果】 ◎対象箇所：空洞推定範囲No.8、No.9、No.10

過年度調査において空洞が抽出されていない箇所で強反射を確認した。

新たな空洞化の可能性があるため、空洞推定範囲No.8、No.9、No.10でコア抜き調査を実施し状況を確認。



【コア抜き調査結果】 ◎コア抜き箇所：空洞推定範囲No.8、No.9、No.10

空洞推定範囲No.8では、コア抜き後の孔底は砂礫が詰まっており、空洞の確認はなかった。

深度スライス解析結果の深度0.51～0.83m付近で確認した強反射は、コンクリート中に存在する空隙であった。

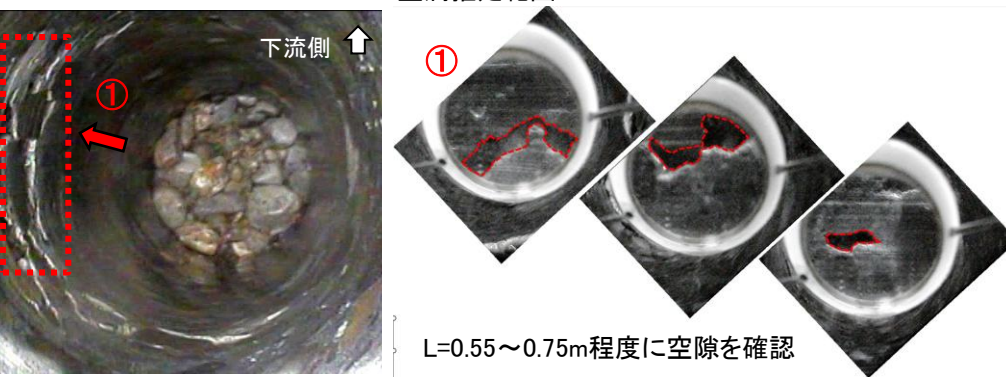
空洞推定範囲No.9では、コア抜き後の孔底は細粒分の多い砂礫が詰まっており、空洞の確認はなかった。

深度スライス解析結果の深度1.01m付近で確認した強反射は、緩い砂礫と下層の貫入不能の砂礫との境（構造境界）であった。

空洞推定範囲No.10では、コア抜き後の孔底は転石があり、空洞の確認はなかった。

深度スライス解析結果の深度1.13m付近で確認した強反射は、転石との境（構造境界）であった。

空洞推定範囲No.8



空洞推定範囲No.9



空洞推定範囲No.10



堰内部空洞調査 結果まとめ

(5) 結果まとめ・考察

本調査で検出された空洞推定範囲のうち、No.1、No.2、No.4、No.5、No.7について、これらの箇所は過年度調査で空洞が確認されたエリア①、③-1、④-1と同じ範囲であった。しかし、エリア①の空洞推定範囲No.3については、**空洞の進行が確認された**。

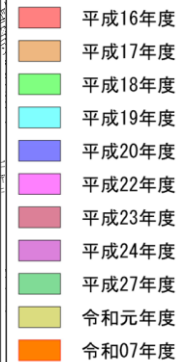
エリア①

空洞推定範囲No.1

空洞推定範囲No.2

空洞推定範囲No.3

空洞化推定範囲



エリア①

空洞推定範囲No.1

空洞推定範囲No.2

空洞推定範囲No.3

空洞推定範囲No.4

空洞推定範囲No.5

エリア③-1

エリア④-1

空洞推定範囲No.7

空洞推定範囲No.4

空洞推定範囲No.5

エリア③-1

空洞推定範囲No.7

エリア④-1

堰内部空洞調査 結果まとめ

(5) 結果まとめ・考察(エリア①空洞推定範囲の調査結果による考察)

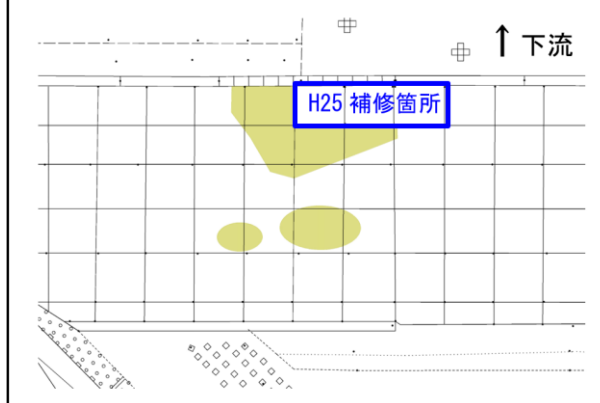
【調査結果】

- 令和7年度調査において、強反射が確認された箇所でもコア削孔を行った結果、空洞推定範囲No.2、空洞推定範囲No.3のいずれも空洞を確認した。
- 空洞推定範囲No.3は、本調査で空洞の拡大が確認された箇所である。**

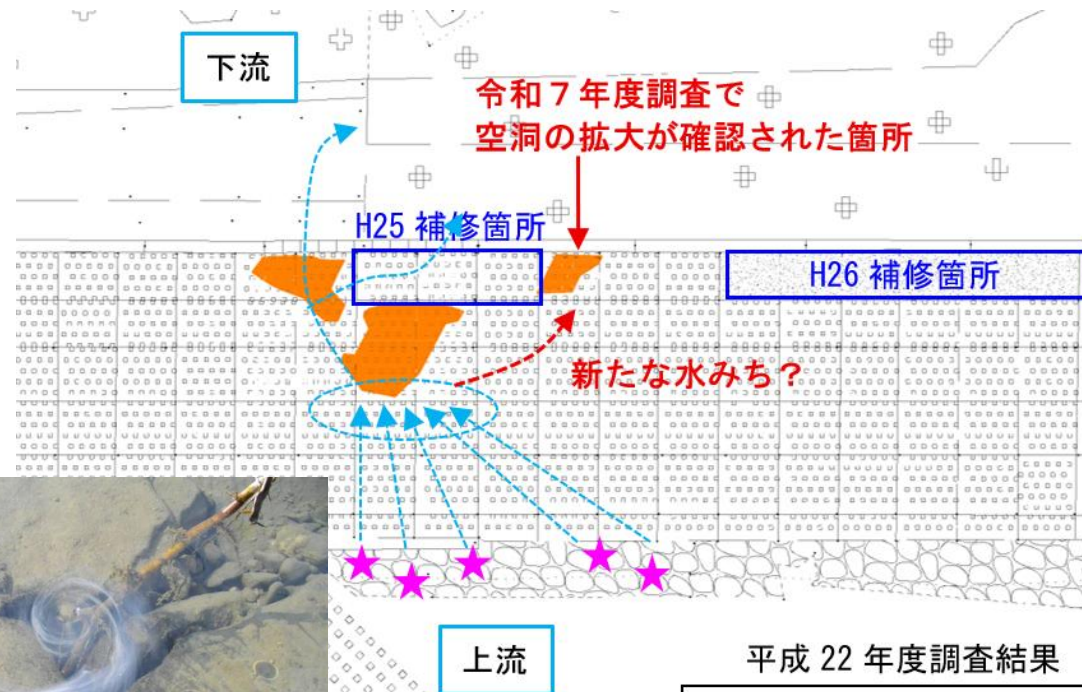
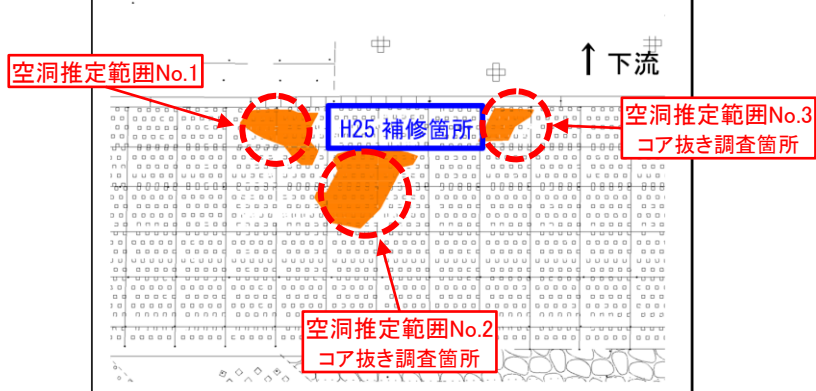
【空洞化の要因】

- 今回空洞の拡大が確認された空洞推定範囲No.3は、平成25年に補修工事が行われた箇所の右岸側に位置するため、行き場を失った伏流水が今回確認した空洞周辺に流れ、空洞が形成されたと想定する。
- 今後、要因分析の為、モニタリング調査等を実施する。

令和元年度調査による空洞化推定範囲



令和7年度調査による空洞化推定範囲



平成22年度調査で確認された

渦巻流入箇所

平成22年度調査結果

★ 渦巻流入箇所

← 想定された水みち

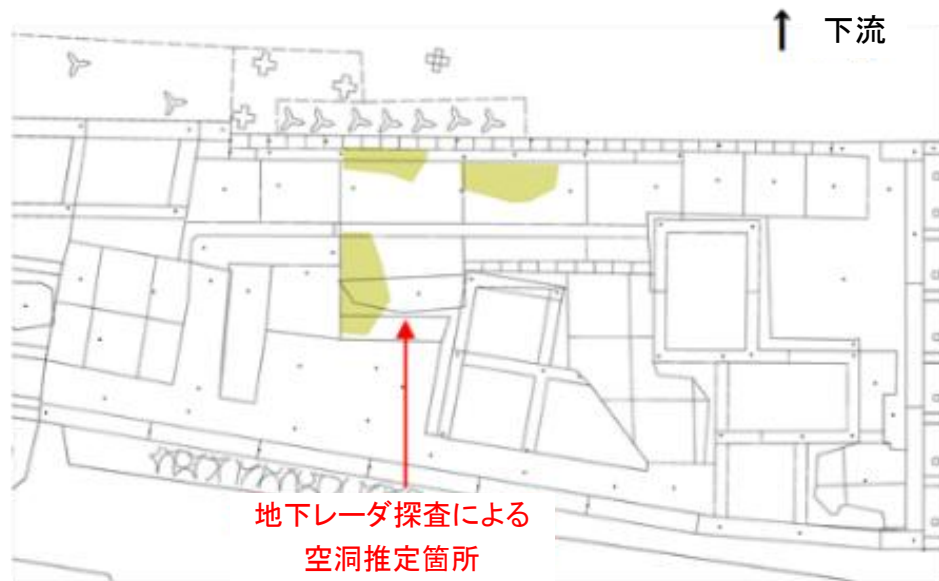
エリア①空洞推定範囲: 空洞化要因の想定

堰内部空洞調査 結果まとめ

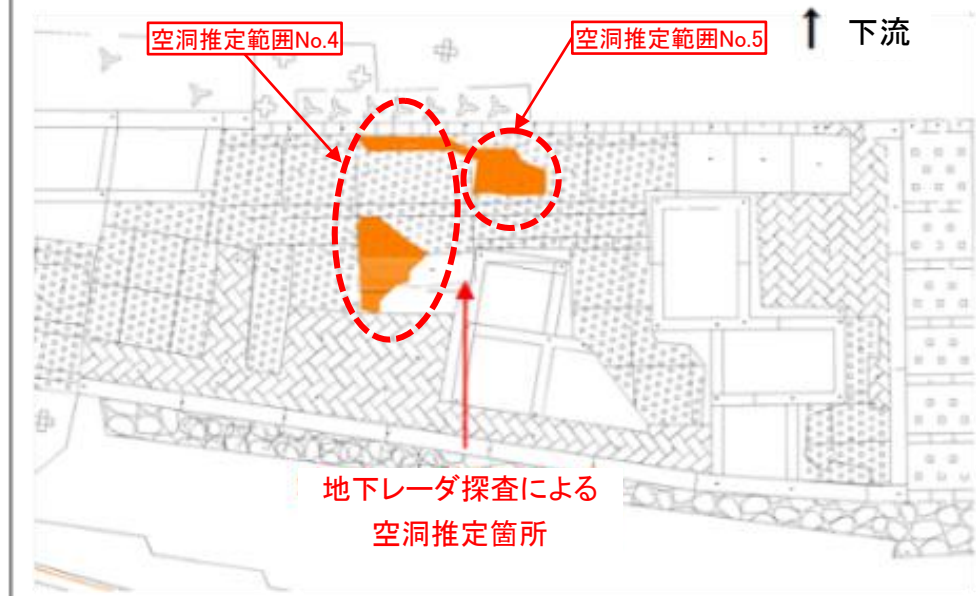
(5) 結果まとめ・考察(エリア③-1空洞推定範囲の調査結果による考察)

- 空洞推定範囲No.4、No.5について、令和元年度調査で確認された空洞推定と同じであることから、本エリアについては空洞拡大の懸念はないと考えられる。

令和元年度調査による空洞推定範囲



令和7年度調査による空洞推定範囲



エリア③-1箇所の空洞範囲経年変化

堰内部空洞調査 結果まとめ

(5) 結果まとめ・考察(エリア④-1空洞推定範囲の調査結果による考察)

- 空洞推定範囲No.7について、令和元年度調査で確認された空洞推定範囲と同じであることから、本エリアについては空洞拡大の懸念はないと考えられる。



エリア④-1箇所の空洞範囲経年変化