

技術番号	BR020039
------	----------

技術名	コンクリート構造物の内部変状検知における弾性波トモグラフィ法	開発者名	先端インフラメンテナンス研究所
-----	--------------------------------	------	-----------------

試験日	令和6年 1 月 18 日	天候	晴れ	気温	7.3 °C	風速	- m/s
-----	---------------	----	----	----	--------	----	-------

試験場所	土木研究所構内 試験橋梁						
------	--------------	--	--	--	--	--	--

カタログ分類	非破壊検査技術	カタログ	検出項目	その他(床版劣化)	試験区分	現場試験
--------	---------	------	------	-----------	------	------

試験で確認する カタログ項目	動作確認(精度以外)
-------------------	------------

対象構造物の概要

1. 土木研究所所管 試験橋梁の概要

- ・構造形式: 鋼単純鈹桁橋
- ・橋 長: 30.800m
- ・支 間: 30.000m
- ・有効幅員: 8.500m
- ・桁 高: 1.600m
- ・主桁間隔: 2.600m(4主桁)
- ・床版厚さ: 210mm

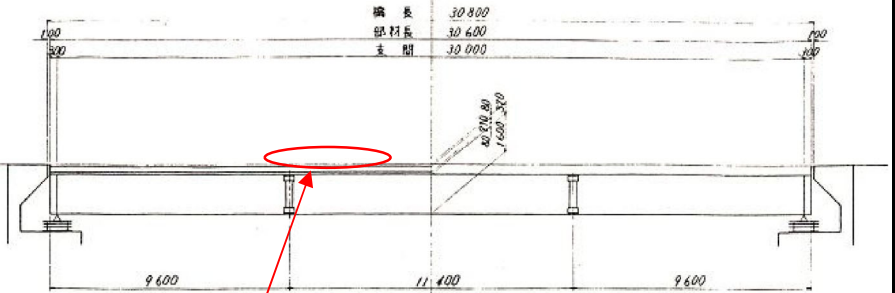


図-1 側面図

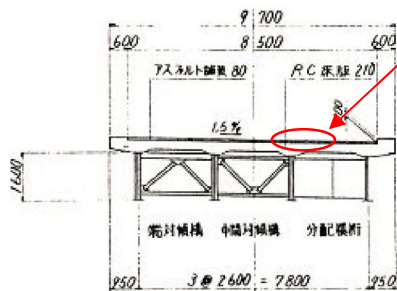


図-2 断面図

計測箇所
G3,G4桁間 支間中央付近 床版下面

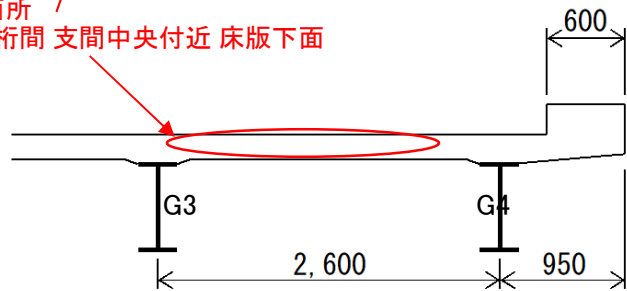


図-3 断面図(拡大)

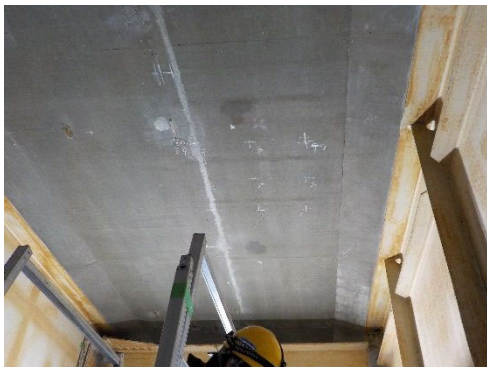


写真-1 床版状況
(現場試験実施箇所)

試験方法(手順)	技術番号	BR020039
①	測定対象の鉄筋コンクリート床版下面において、AEセンサの配置箇所を決める(本現場試験では30cm間隔の格子状に9点配置、設置間隔は最大2m程度まで可能)。(写真-2)	
②	AEセンサのコンクリートとの設置面(感度面)へ、グルーガンを使用しシリコングリスを塗布し、コンクリート面と接着させる。AEセンサとデータ収録ユニットは有線接続する。(写真-4~7)	
③	測定対象箇所直上の舗装面を鋼球で打撃する。打撃点とAEセンサ間に変状がある場合、弾性波はその変状を迂回しセンサへ到着するため、見掛けの伝搬速度が低下する。これより、複数の打撃点から各センサへの弾性波伝播速度を計測することで、計測範囲内の変状箇所を特定することができる。(写真-8)	
④	トモグラフィ解析を実施することで、各部位の伝搬速度を取得し、弾性波伝搬速度の分布図を作成する。(写真-9)	
⑤	弾性波伝搬速度の分布図から鉄筋コンクリート床版の内部状態を広域的に2次元、3次元で可視化することができる。	

開発者による計測機器の設置状況

1. 機器の構成と設置

- ①AEセンサ
- ②データ収録ユニット(多ch対応)
- ③鋼球ハンマ(打撃用)



写真-2 AEセンサ配置箇所の位置決め

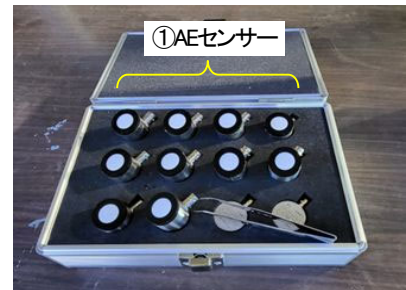


写真-3 AEセンサ



写真-4 コンクリートとの設置面にグルーガンでシリコングリスを塗布

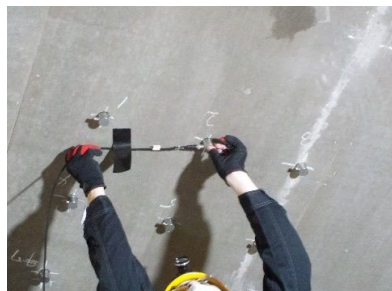


写真-5 AEセンサの設置
データ収録ユニットへのケーブル接続



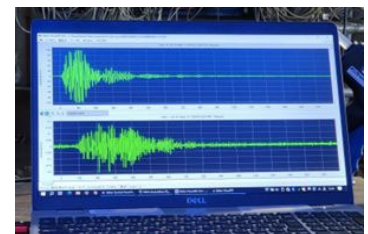
写真-6 AEセンサとデータ収録ユニットの接続



写真-7 AEセンサ設置状況(データ計測時)



写真-8 鋼球ハンマにより舗装面打撃



※各AEセンサ設置部位の伝搬速度を取得、弾性波伝搬速度の分布図を作成

写真-9 取得した受信波形

1. 計測

AEセンサを設置した床版の直上にあたるアスファルト舗装面で、鋼球ハンマを使用し打撃を行った。(写真-10) 打撃箇所は図-4に示す計25箇所であり、1箇所につき3秒間隔で3回打撃し、全てのAEセンサでAE信号を受信できるようにした。立ち上がりの良い波を伝搬させるため、衝撃を与えるように打撃を行った。

なお、打撃実施時には、打撃点近傍にトリガ用のAEセンサを置き、受信センサは同時計測となる設定にした。



写真-10 測定対象箇所直上の
舗装面打撃(弾性波発生)

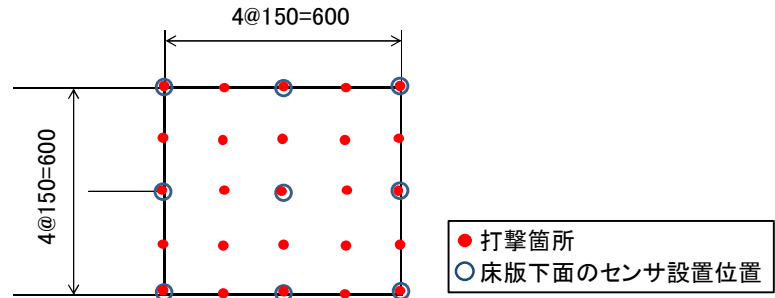
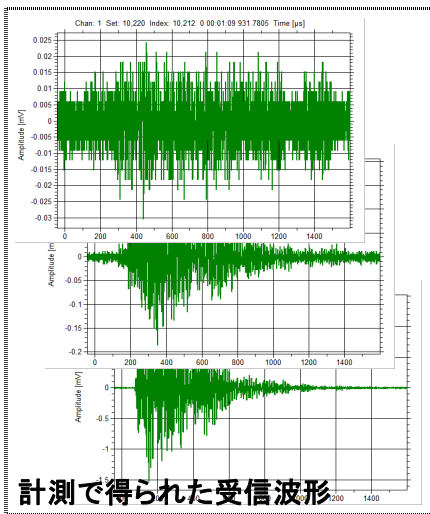


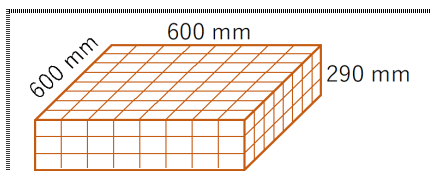
図-4 鋼球ハンマによる打撃位置

2. 計測結果

計測で得られた受信波形より、波の到達時間の情報を整理したファイルを作成し、解析モデルを定義して解析を実施した。解析モデルは測定対象の600mm×600mm×290mm範囲を8×8×3に分割し、計192の要素数とした。



計測で得られた受信波形



解析モデル(8×8×3=192要素)

下記は、床版内部の弾性波伝搬速度の分布をコンター図により示したものである。青いほどが速度が早く赤ほど速度が遅いことを表している。(図-5)

計測の結果、弾性波伝搬速度は健全なコンクリートの速度と同等であり、内部損傷は確認されなかった。

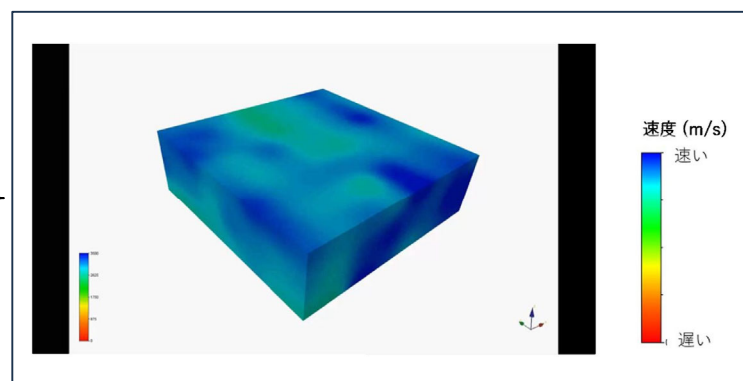


図-5 解析結果(床版内部の速度構造)

技術番号 BR020039

技術名 コンクリート構造物の内部変状検知における弾性波トモグラフィ法

開発者名 先端インフラメンテナンス研究所

試験日 令和7年 1 月 23 日 天候 晴 気温 13.6 °C 風速 - m/s

試験場所 国土技術政策総合研究所 部材保管用施設

カタログ分類 非破壊検査技術 検出項目 床版劣化 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 計測精度

対象構造物の概要

※検証試験体

全体一般図

損傷大: 400mm × 400mm

床版厚: 20cm

起点側

終点側

写真-1 検証試験体(架台上)

写真-2 検証試験体(床上)

- ① 機器の設置(写真-3、4)
- ② AEセンサー設置位置の墨出し(写真-5)
- ③ AEセンサとケーブル設置(写真-6)
- ④ 橋面の打撃(写真-7)
- ⑤ データ確認と分析(写真-8)

開発者による計測機器の設置状況



写真-3: AEセンサ

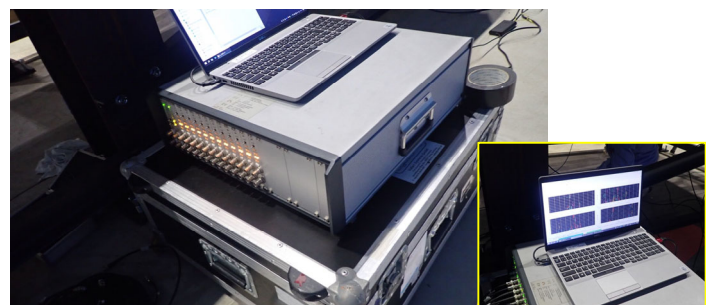


写真-4: AE信号収集装置と計測モニタ

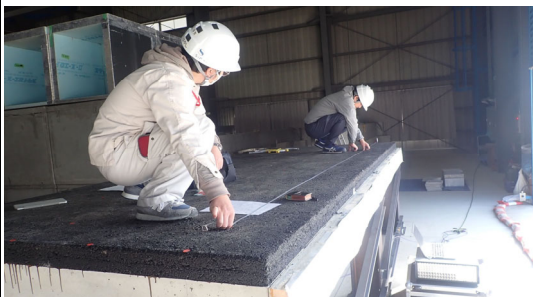


写真-5: 墨出し

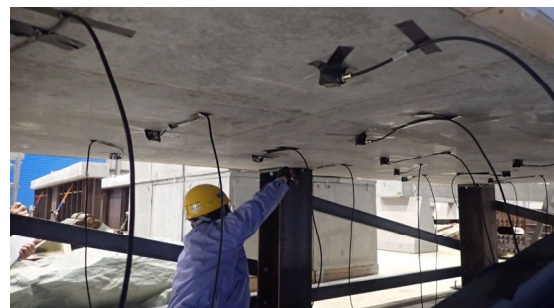


写真-6: センサとケーブル設置



写真-7: 橋面打撃

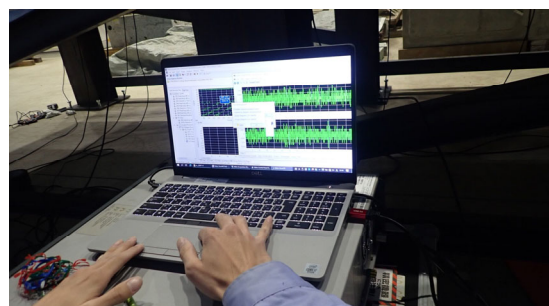


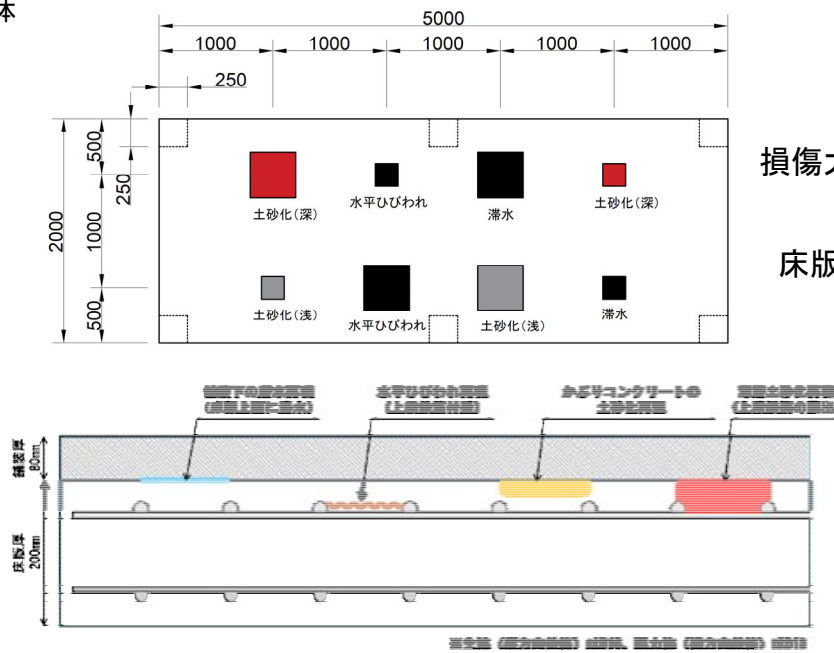
写真-8: データ確認状況

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

技術番号

BR020039

※検証供試体



損傷大: 400mm × 400mm

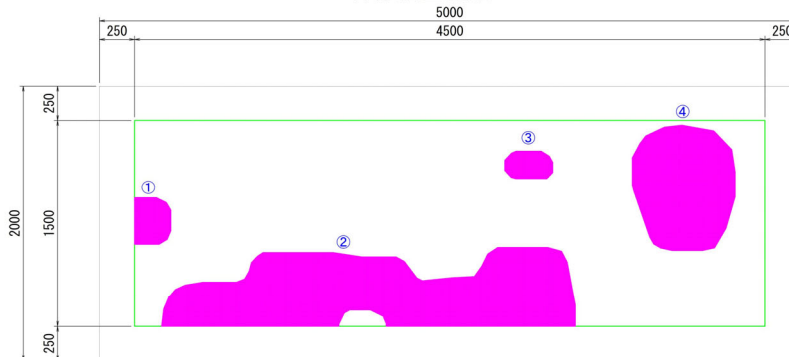
床版厚: 20cm

計測結果の比較

※計測結果

■データ取得手段: AEセンサー、舗装上面打撃 ■移動距離: 徒歩5m

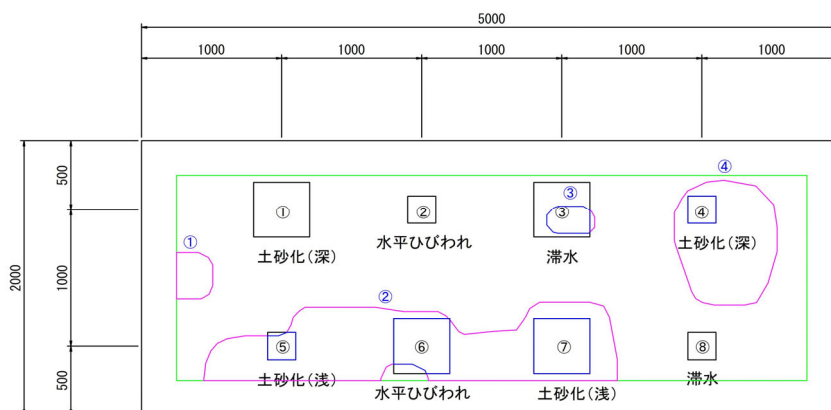
床版調査結果



計測値 (誤検出含む)

	面積 (m ²)	損傷区分
①	0.081	-
②	1.294	-
③	0.061	-
④	0.558	-
Σ	1.994	(C)

真値との比較合わせ図



正解損傷面積

	面積 (m ²)	損傷区分
①	0.000	土砂化 (深)
②	0.000	水平ひびわれ
③	0.057	滞水
④	0.040	土砂化 (深)
⑤	0.037	土砂化 (浅)
⑥	0.146	水平ひびわれ
⑦	0.160	土砂化 (浅)
⑧	0.000	滞水
Σ	0.440	(A)

真値 (正解値)

	面積 (m ²)	損傷区分
①	0.160	土砂化 (深)
②	0.040	水平ひびわれ
③	0.160	滞水
④	0.040	土砂化 (深)
⑤	0.040	土砂化 (浅)
⑥	0.160	水平ひびわれ
⑦	0.160	土砂化 (浅)
⑧	0.040	滞水
Σ	0.800	(B)

検出率 = 55% (当該技術で検出した正解損傷面積: A / 正解損傷面積: B)

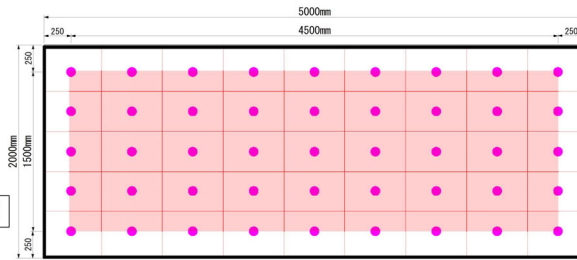
的中率 = 22% (当該技術で検出した正解損傷面積: A / 当該技術で検出した損傷面積 (誤検出含む): C)

※計測結果

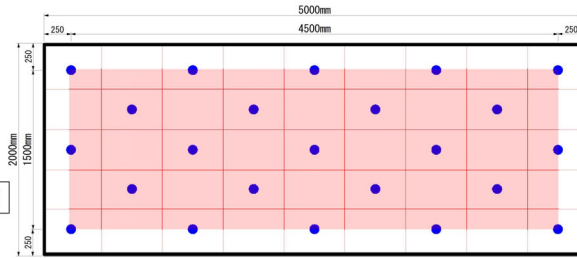
計測および解析条件

- : 打撃点 (床版上面)
- : センサ (床版下面)
- : 解析領域 (評価範囲)

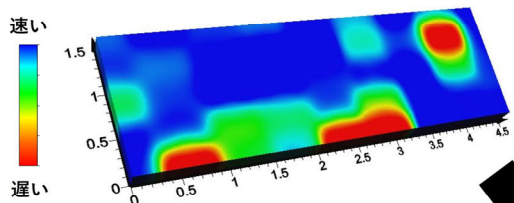
床版上面



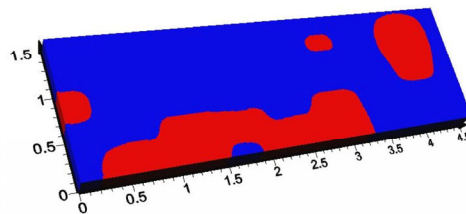
床版下面



解析結果



二値化



解析結果

- : 推定健全範囲
- : 推定不具合範囲

