

KUBO-Hammer

測定事例集

ver1.61



道路附属物(標識、照明施設等)の点検



写真1.固定式視線誘導柱



写真2.支柱固定ボルトの点検状況(BTS)



写真3.ナットの点検状況(BTS)



写真4.基礎コンクリートの点検状況(CTS)

◆調査理由

道路附属物は膨大な量をストックしており、熟練した技術者不足が問題視されている。そこで、手軽で精度の高い非破壊検査技術が必要と考え適用可能かどうかを検討した。

◆調査方法

使用するコンクリートテスター(CTS)は、機械インピーダンス法と呼称され、NDIS3434-3として日本非破壊検査協会規格として制定されている。また、ボルトテスター(BTS)は、あと施工アンカーの固着不足やナットの緩みを検出する技術であり、これらの非破壊検査技術を用いて道路附属物の点検を実施した。

◆調査結果

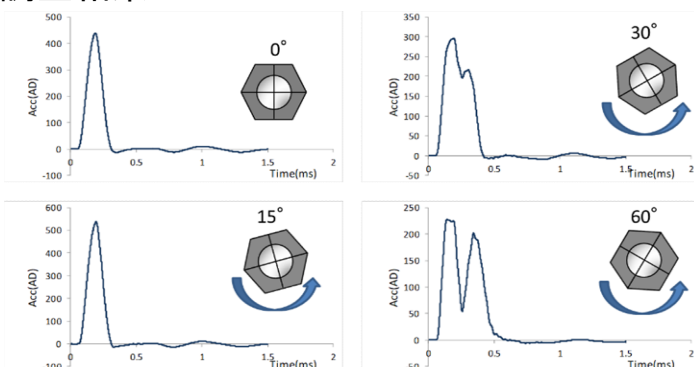


図.ナットの緩み点検結果

左図に、既存のナットを締まっている状態を0°とし15°、30°、60°と緩めながら測定を実施した測定波形を示す。締め付け位置から60°、30°では波形が双山となり、明らかに緩んでいることが波形から簡単に判った。

◆対応・対策

支柱固定用のアンカーボルト、締結ナット、支柱板厚、基礎コンクリートのいずれもハンマ打撃による管理が可能である。

空港プレキャストPC舗装版ジョイント診断



写真1. エプロン内誘導路のホーンジョイント



写真2. CTSによる測定状況

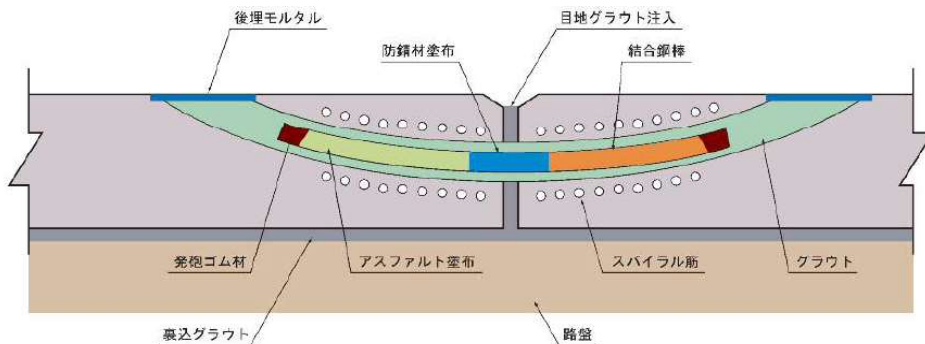


写真3. ホーンジョイント孔詳細図

◆調査理由

空港のエプロン内誘導路に設置されているプレキャストPC 舗装版は、航空機荷重を繰り返し受ける。このため、コンクリートの剥離やジョイントに充填されたグラウト材が局部的に破損し、破片が飛散する可能性があり、これを事前に防止するために調査を実施する。

◆調査方法

コンクリートテスター(CTS)を用いて、コンクリート強度・劣化状況・はく離状況を把握し、補修が必要な箇所の抽出を行う。

◆調査結果



表. 補修後のCTS測定結果

測定結果より補修が必要な箇所は、内圧充填接合工法により補修を行った。また、補修後の確認もコンクリートテスター(CTS)で同様にデータを採取し、補修前のデータと比較して補修工事の良否を確認を行った。

◆対応・対策

コンクリートテスター(CTS)は、非破壊により損傷の進行状況を定量的に判断することができ、検査者による個人差が無く、測定結果を電子データとして記録・保存することができる。

消波ブロックの健全性調査



写真1.ジャンカ発生状況



写真2.強度・劣化・はく離状況確認

◆調査理由

製作された消波ブロックに発生したジャンカの補修にあたり、ジャンカ部が確実に除去されたか及び確実な補修がなされたかを確認することを目的とする。

◆調査方法

コンクリートテスター(CTS-02)を用いて、①ジャンカ部の現況調査、②ジャンカ部ハツリ後の状況確認調査、③補修後の確認調査を実施する。

◆調査結果

測定箇所	測定点数	平均推定強度 (STR=N/mm ²)	平均劣化指標値 (Index)	剥離指標値 (Status)
Na1	200点	21.3	1.23	0
Na3-1	150点	23.8	1.20	0
Na3-2	180点	22.4	1.19	0

補修後の測定結果では、推定強度は、全て設計基準強度 18.0 N/mm²を上回る結果となった。また、表面劣化指標値・剥離指標値についても、全ての測定点で健全と判断された。

表.補修後のCTS測定結果

◆対応・対策

測定結果から、ブロック躯体と補修材が一体となっており、補修箇所の健全性が確認できた。

コンクリートの初期凍害深さの推定



写真1.採取コア(長さ50cm)

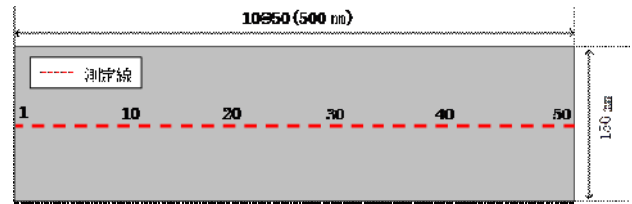


写真2.強度・劣化想定箇所(1cm間隔)

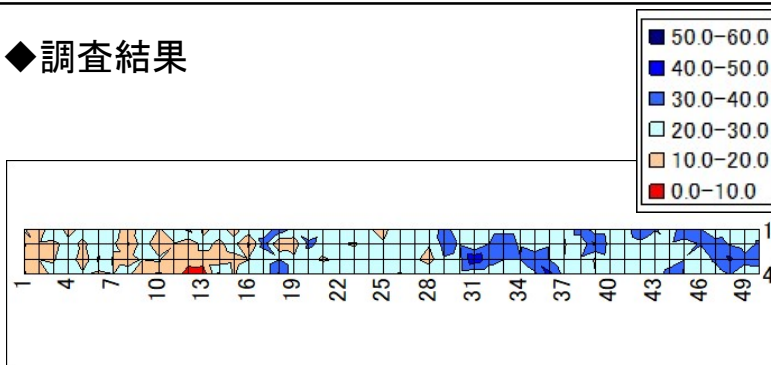
◆調査理由

2月の厳寒期にコンクリートを打設中、ポンプ圧送車にトラブルが発生したことでコンクリートに初期凍害が発生した。この調査は、初期凍害深さを推定し、その結果により対応策を検討するために実施した。

◆調査方法

採取したコアをコンクリートテスター(CTS)により、4測線1cm間隔で表面強度と表面劣化度合いを測定し、測定結果より初期凍害深さを推定した。

◆調査結果



採取コアにおける測定結果は、コンクリート表面から最小14cmから最大28cmまで強度低下と表面劣化が測定された。

図.最大28cmまでの強度低下を確認

◆対応・対策

構造物の耐久性を考慮し、コンクリート表面から30cmをハツリ落とした後、補修を行った。

床板の残存強度調査



写真1.測定状況



写真2.測定点及び床版ひび割れ状況

◆調査理由

凍害による床板の劣化が著しく、抜け落ちが懸念される状態となっていた。

恒久対策あるいは今後の維持管理方針の検討のため、圧縮強度分布を把握するため調査を行った。

◆調査方法

現地にて調査対象ブロックを選定し、橋軸方向に@200mm、直角方向に@100mm程度の間隔で格子状に測定点をマーキングした後、コンクリートテスター（CTS-02）により測定点を打撃し測定・記録した。

◆調査結果

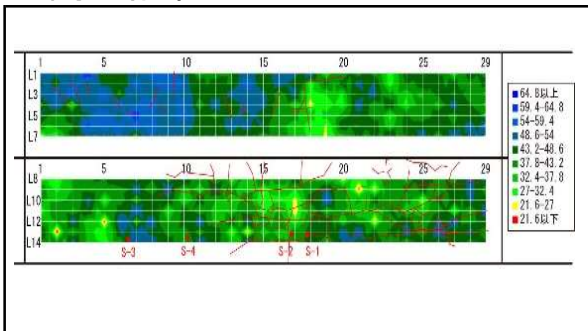


図.ひび割れ状況と強度分布図

目視によって確認されたひび割れの範囲と強度分布図で相対的に強度低下が生じている範囲はよく符合しており、凍害による劣化が進行している事が明らかとなった。

◆対応・対策

床板の局所的な損傷の発生が懸念されるため、応急対策の実施等を検討する事が望ましい。

PC桁橋梁の変状調査



写真1.測定状況

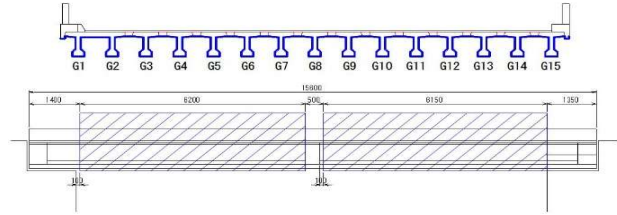


図1.測定対象範囲の断面図及び側面図

◆調査理由

PC橋上部工の浮き・剥離を検出し、データとして記録を残すことを目的に調査を実施した。
打音検査は、データが残らないため、代替え技術としてCTSを適用した。

◆調査方法

測定対象は、G1桁からG15桁で、張り出し部および間詰め部を含む上部工全体である。

測定は、橋軸方向に@100mmピッチで実施した。

測線は12測線/桁とし、間詰め部と張り出し部は各2測線とした。

◆調査結果

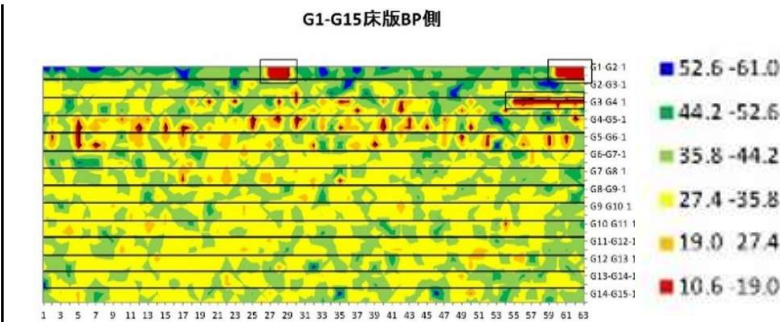


図2.床版(間詰りコンクリート)の測定結果

調査の結果、主桁は概ね健全であるが、床版(間詰りコンクリート)では、G3-G4間、G5-G6間で浮き、剥離と思われる異常部が多数確認された。

◆対応・対策

間詰りコンクリートの浮き、剥離が確認され、補修範囲の絞込を行う事ができた。

打音検査のデータ化ができ、浮き・剥離の発生位置および規模を図面上で確認ができた。

トンネル内換気設備ボルト点検



写真1.ジェットファン撤去前



写真2.吊り下げボルト測定状況

◆調査理由

トンネル内のジェットファン取付け金具用の残置アンカーボルトについて、異常がない事の確認を行った。

◆調査方法

アンカーボルトを軸方向にボルトテスター（BTS）によって打撃する。ハンマーヘッドに内蔵された加速度計により、打撃を与えた際の波形を測定し健全性を判断する。

◆調査結果

判定○：異常なし ピークがほぼ一つの波形	判定△：軸力異常の可能性 ピークがあいまいな波形	判定×：軸力異常 ピークが2つ以上ある波形
判定○の波形の例	判定△の波形の例	判定×の波形の例

測定した波形形状によりスリーブ打ち込み式アンカーの軸力の有無を判定した。判定は左表の3種類に波形を分類し判定した。

表.BTSによる測定波形の判定例

◆対応・対策

決められた交通規制時間の中で完了しなければならないタイトなスケジュールの検査においても、予定通りに検査を終える事が可能である。

鋼橋箱桁添接部F11Tボルト点検



写真1.



写真2.

◆調査理由

事前にF11Tボルトの脱落が確認された鋼橋箱桁の添接部において、現存するボルトの異常の有無を確認しデータとして記録する事を目的に調査を行った。

◆調査方法

標準サイズのハンマ(420g)でナット側面を3回打撃して打撃力波形を測定した。

◆調査結果

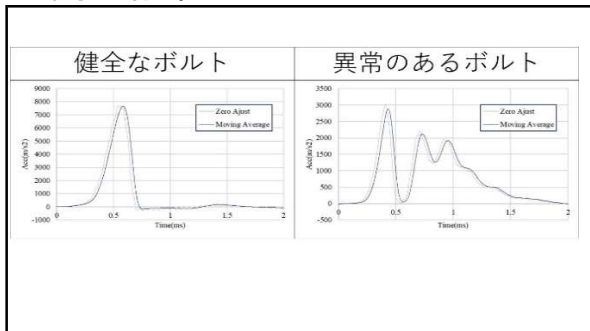


図1. BTSによる測定結果

健全な場合は、図1左側の波形(一つ山)

異常がある場合は、図1右側の波形(双山)

が測定された。

双山の波形が測定された箇所は、目視および打音検査で異常なしと判定された箇所である。BTSでの測定後、改めて確認したところ、ボルトの折損が発見された。

◆対応・対策

ボルトテスターによる測定を行う事で客観的なデータによる健全性評価が可能となる。

また、目視検査や打音検査に比較して高精度であり、見逃しが減った。

現場で即座に測定結果を確認できるため、異常と判断されたボルトに対する対応(増し締めや折損の確認等)が可能となる。

港エプロン下の空洞化調査



写真1.測定状況

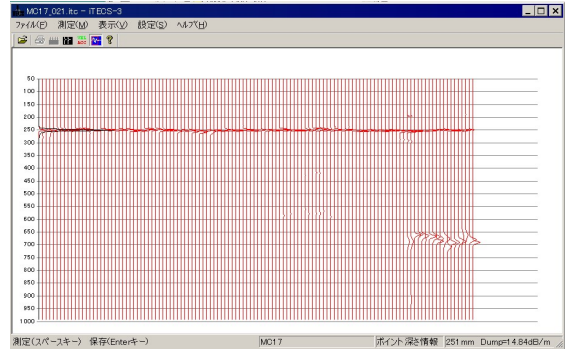


写真2.舗装版下が空洞化している解析例

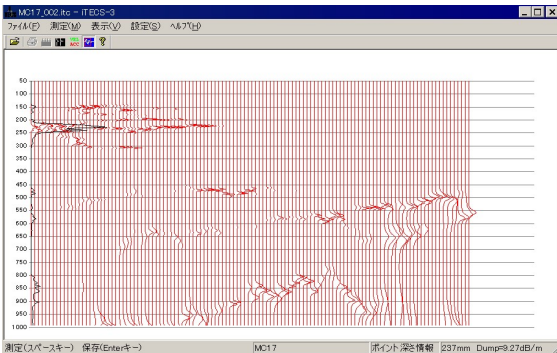


写真3.舗装版と地盤が密着している解析例

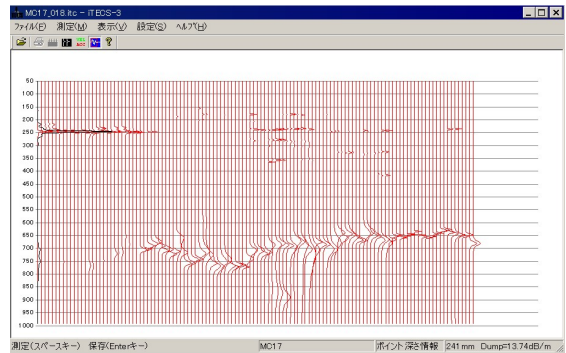


写真4.不完全な接地の解析例

◆調査理由

エプロンコンクリート舗装にひび割れが発生した。その原因として舗装版下の路床砂の吸い出しによる空洞化が考えられる。舗装版下の空洞状況を確認することにより、ひび割れ箇所との関連性を考察した。

◆調査方法

弾性波レーダシステム(iTECS法)を用いてコンクリート舗装版(エプロン)下の空洞状況を測定し、その結果とひび割れ箇所との整合性を確認した。

◆調査結果

	ML40	ML35	ML30	ML25	ML20
1	240 接地	242 接地	246 部分接地	232 接地・底面剥離	接地
2	242 接地	245 空隙・部分接地	250 空隙・部分接地	245 接地	接地
3	237 部分接地	234 接地	229 接地	246 空隙・部分接地	238 部分接地
4	231 接地	237 接地	接地	235 空隙・部分接地	接地
5	254 部分接地	235 部分接地	262 接地・底面剥離	246 空隙・底面剥離	接地
6	232 部分接地	264 接地	215 接地	212 接地	242 接地
7	239 空隙・部分接地	224 接地	246 空隙・部分接地	250 部分接地	232 接地
8	249 空隙・部分接地	226 空隙・部分接地	250 空隙	237 完全空隙	254 接地
9	239 接地・底面剥離	229 空隙・部分接地	231 完全空隙	229 部分接地	234 接地
10	215 接地	215 空隙・部分接地	223 空隙	227 部分接地	237 接地
11	229 接地・底面剥離	237 空隙・部分接地	227 部分接地	227 接地	接地
12	232 接地	227 空隙・部分接地	229 空隙・部分接地	231 接地・空隙多少	232 接地
13	227 接地	235 接地	239 空隙	接地	接地
14	212 接地・部分剥離	224 接地	232 完全空隙	237 完全空隙	240 接地
15	218 接地	229 接地	234 空隙	234 空隙・部分接地	243 接地
16	227 接地	229 接地	234 空隙	237 空隙・部分接地	240 空隙・部分接地

図.舗装版下の空洞化調査結果

舗装版にはメッシュ筋が入っているため、電波レーダによる観測は困難であり、弾性波レーダによる非破壊検査が有効である。空洞化の原因は、交通交番荷重による「吸い出し」と考えられる。

◆対応・対策

今後は、舗装版下の空洞が大きくなる可能性もあるため、版表面のレベル測量を実施し、弾性波レーダシステム(iTECS法)の測定結果と照合観察することが有効である。

橋梁床版の健全性試験



写真1.床版測定状況

◆調査理由

床版に豆板が発生し、豆板の補修を実施。

その後、補修が適切に行われているか確認するために調査を実施した。

◆調査方法

衝撃弾性波法(iTECS)による調査。使用手法は多重反射法とした。

◆調査結果

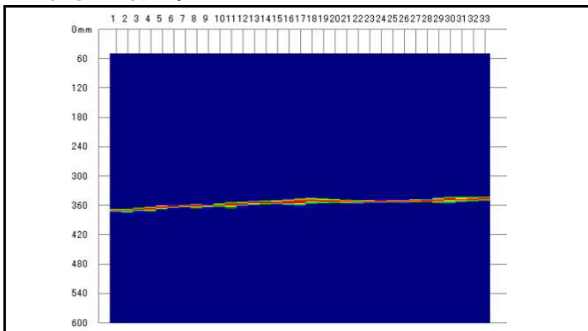


図1.レーダ画像

床版を線上に厚さを測定。

全ての測定点で設計通りの厚さが測定されることを確認。

内部に空洞は存在せず、しっかりと補修されていることを確認した。

◆対応・対策

豆板は十分な精度で補修されていることを確認した。

砂防ダム堤体上部に発生したひび割れ調査



写真1.ひび割れ発生状況



写真2.ひび割れ幅確認

◆調査理由

砂防ダムの堤体天端を周回する方向にひび割れが発生し、その深さは比較的深く、貫通している可能性があった。

◆調査方法

衝撃弾性波法 (iTECS装置) によるひび割れ深さ測定。

◆調査結果

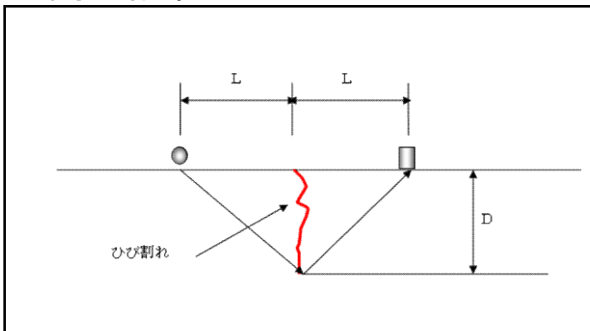


図.ひび割れ深さの測定

ひび割れの発生原因が外部拘束であるため最大幅が0.4mmと比較的大きく、深さも10cmと深かった。

◆対応・対策

補修方法としては、躯体コンクリートが十分硬化した段階でセメント系材料を用いた低圧注入による補修を行った。

PCグラウトの充填度調査



写真1.PC桁の測定状況



写真2.測定位置

◆調査理由

橋梁主桁にPCシー스에沿ったひび割れとエフロレッセンスが確認された。

グラウトの充填不足が懸念されたため、グラウト充填不足を確認するため調査を実施した。

◆調査方法

衝撃弾性波法(iTECS)による調査を実施。使用手法は多重反射法とした

◆調査結果

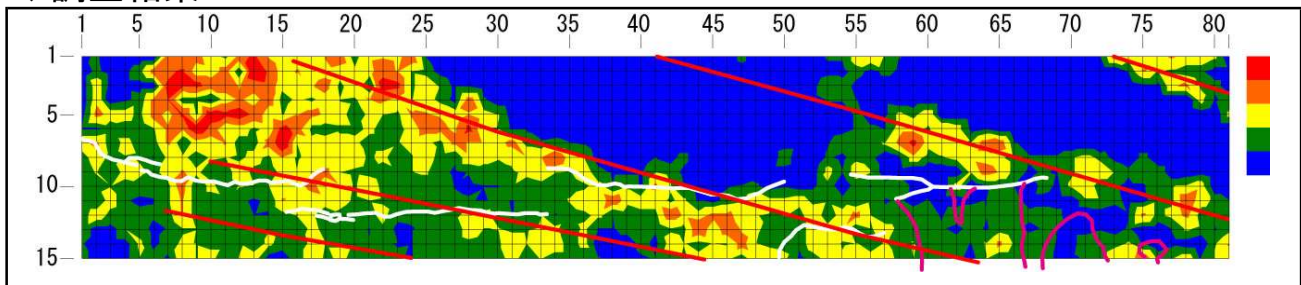


図1.スペクトル強度図

シー스에沿って反応が確認され、グラウトの充填不足を指摘。破壊検査を実施しグラウト未充填を確認。

◆対応・対策

架け替えが計画されており、経過観察を続けることとした。

場所打ち杭の健全性試験



写真1.場所打ち杭の状況

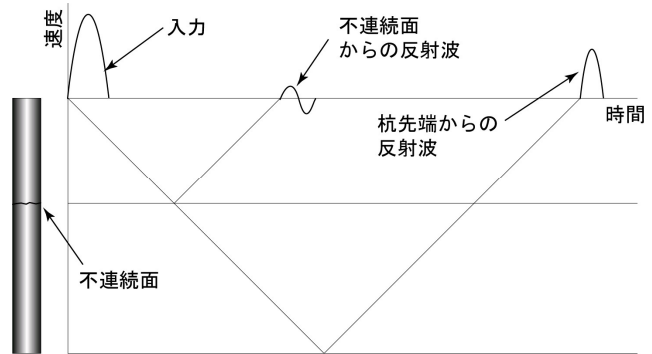


図1.測定原理図

◆調査理由

場所打ち杭施工中にケーシングが抜けなくなり、コンクリート打設が中断した。

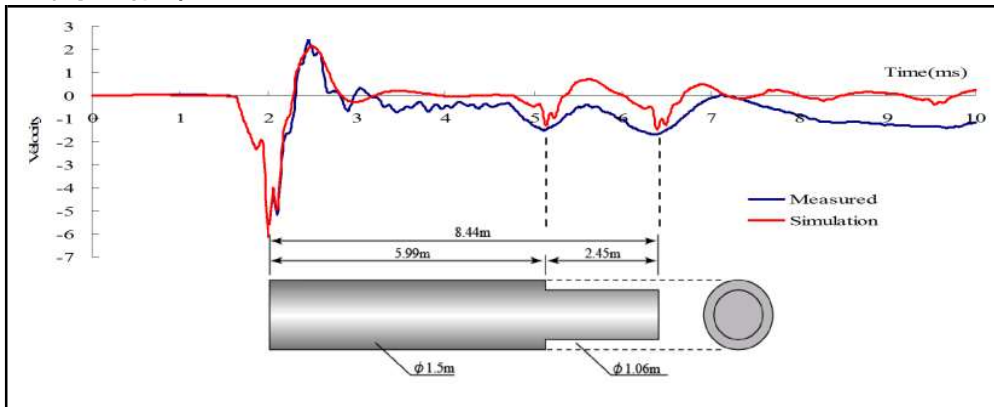
今まで打設していた杭体内に不連続面がないか確認することを目的として調査を実施した。

◆調査方法

衝撃弾性波法 (Low Strain法) による調査。

杭頭部に加速度計を設置し、その近傍をハンドハンマ (プラスチックハンマや石頭ハンマ) で打撃。

◆調査結果



杭先端2.5m付近で断面減少の可能性を指摘。

図2.測定波形とマッチング波形

◆対応・対策

杭の性能を確認するため、支持力試験を実施または、近傍に増し杭を施工。