

地震被害等を受けたコンクリート構造物への非破壊探査の適用事例

株式会社青木建設 研究所 正会員 ○塩月隆久

” ” 孫 建生

1. はじめに

兵庫県南部地震において杭、ケーソン等のコンクリート基礎構造物に多くの被害が生じたが、被害を直接確認することは容易ではなかった¹⁾。著者らは地震後に、既設の基礎構造物、即ち、フーチング等の他の構造物を介在する場合の基礎構造物の内部にある亀裂位置、幅および先端部位置などを探知できる新しい非破壊探査システムを開発した²⁾。それをを用い復旧現場の実構造物へ適用した。表-1にその適用例の一覧表を示す。本文はその探査例をいくつか報告するものである。

表-1 探査実績データ一覧表

No	実施時期	実施場所	探査目的	探査対象	探査深度	介在構造物
1	H7. 8	兵庫県	地震被害調査 (杭亀裂探査)	高速道路高架基礎杭 場所打ち杭 φ 1500mm 杭長 l=23m, 2 本	26m	フーチング厚 3.0m
2	H7. 10	山梨県	施工管理 (断面欠損位置探査)	斜坑鋼管 φ 1200mm, t=12mm 杭長 l=160m, 2 本	160m	なし
3	H7. 10	神奈川県	出来形管理 (杭長探査)	マンション基礎杭 中堀り中空既製杭 φ 450mm, l=9m, 2 本	11m	フーチング厚さ 1.15m 地中梁及び床版 高さ 1.35m
4	H7. 11	兵庫県	地震被害調査 (ケーソン亀裂探査)	基礎ケーソン 高さ h=14.5m, 44 基	16.95m	上部工厚 h=2.45m
5	H7. 12	兵庫県	地震被害調査 (杭亀裂探査)	斜路の基礎杭 PHC 杭 φ 350mm l=29m, 10 本	31m	斜路側壁高さ 0.6~2.0m
6	H8. 5	埼玉県	品質検査 (内部亀裂探査)	大体積マス・コンクリート	30m	なし
7	H8.7	————	出来形管理 (断面欠損位置探査)	地中連続壁深さ 65m	65m	なし
8	H8. 8	愛知県	被害調査 (地盤側方移動を 受けた基礎杭亀裂 探査)	橋台・擁壁基礎杭 PHC 杭 3 本 φ 600mm, l=13.3m(2 本)、 l=20.0m(1 本) 場所打ち杭 1 本 φ 1000mm, l=20.5m(1 本)	PHC 杭 14. 2m 20.8m べト杭 21.9m	フーチング厚さ PHC 杭 0.9m(2 本) 0.8m(1 本) べト杭 1.4m(1 本)
9	H8.10	————	被害調査 (橋脚に転石が衝 突したもの)	橋脚コンクリートケーソン 基礎 深さ 21m、壁厚さ 0.8m	21m	なし

キーワード：非破壊検査，非破壊探査，亀裂，コンクリート構造物，地震被害

連絡先：〒300-26 茨城県つくば市要 36-1 TEL0298-77-1115 FAX 0298-77-1136

2. 適用事例 (1)

a) 探査概要

実施時期：平成7年8月

実施場所：兵庫県

探査目的：地震被害調査（杭亀裂探査）

探査対象：地震被害を受けた高速道路高架基礎杭の損傷度の探査である。図-1に示すように探査対象の杭は場所打ち杭で、杭径 ϕ 1,500mm、杭長 23m、13本の群杭でフーチングの厚さ 3.0m であり、この中の1本を探査の対象とした。写真-1は掘り出しによって観察された杭頭部の被害状況で、幅 1mm 位の亀裂が数本あった。

探査深度：26m

介在構造物：フーチング厚さ 3.0m

探査方法：

打撃方法：ハンマー打撃

受振装置：圧電センサー

増幅装置：プリアンプ+メインアンプ

記録装置：オシロスコープ

センサー位置：フーチング表面

センサー取り付け方法：センサーホルダー使用

比較した他の探査データ：ボアホールカメラ

b) **探査結果** 図-2に本システムの探査結果とボアホールカメラの調査結果の比較を示す。杭端面の位置の反射波が見られるほか、ボアホールカメラ調査結果と杭頭部にある損傷を受けた杭内部の亀裂の位置がほぼ一致している。

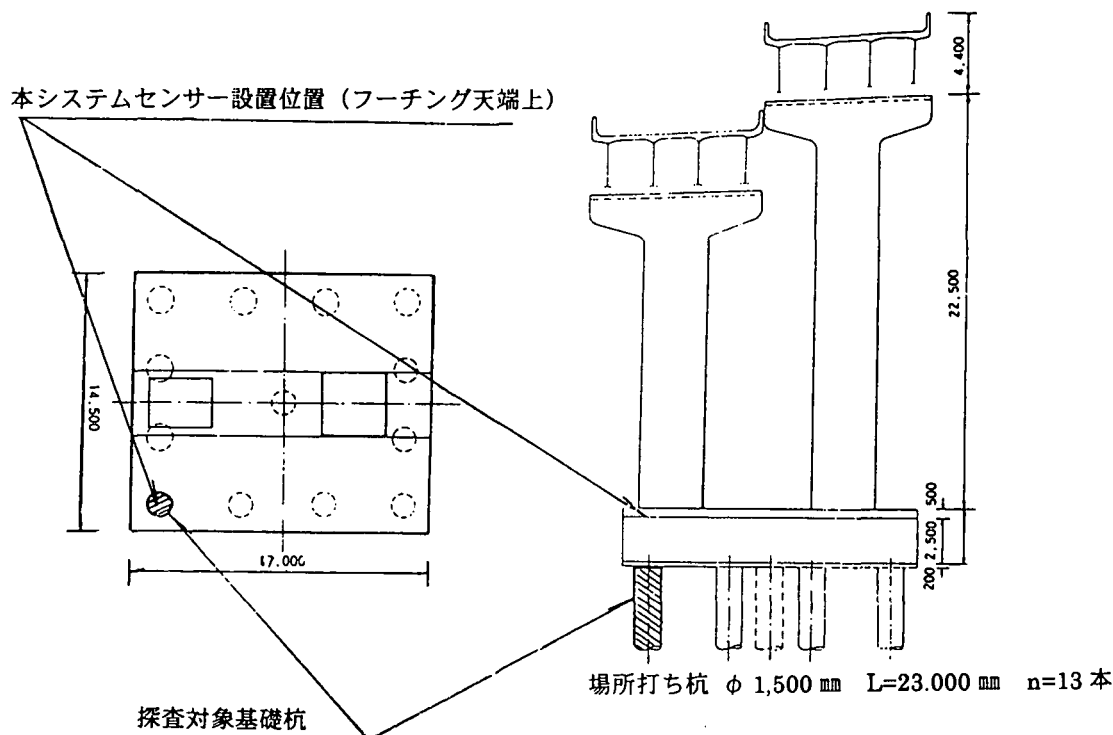


図-1 探査対象の基礎構造の概要

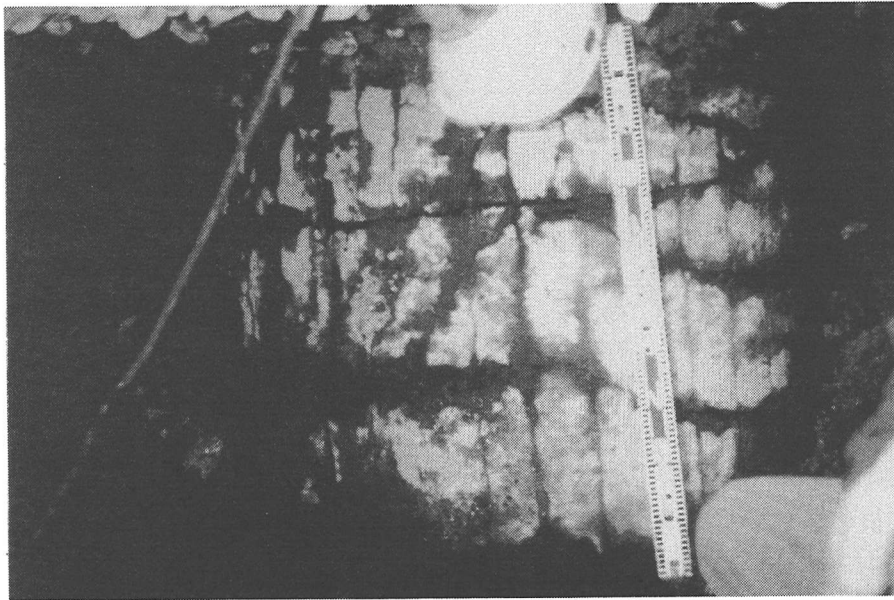
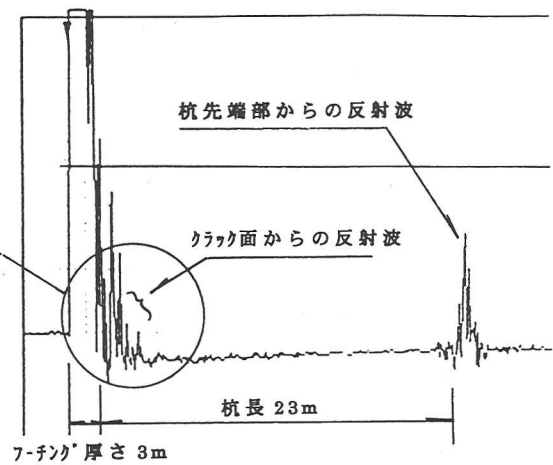
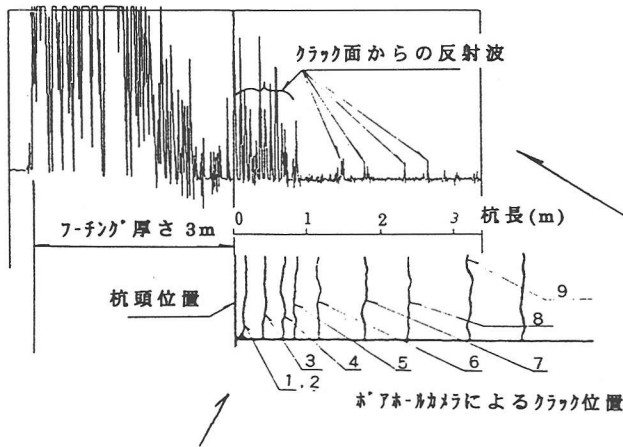


写真-1 杭頭の被害状況（掘り出しによる観察）

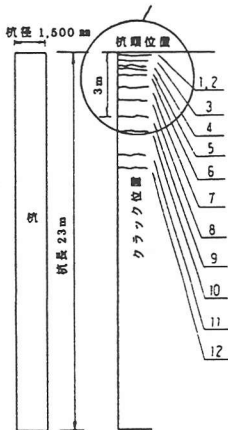
本探査法による杭損傷度の探査結果（杭頭部分）と

ボアホールカメラによる損傷度調査結果との比較

本探査法による杭先端部（杭長）の探査結果



ボアホールカメラ調査結果によるクラック位置



ボアホールカメラ調査結果

N	クラック幅 (mm)	杭頭からの深度 (m)
0		
1	1.0	0.065
2	2.0	0.125
3	1.0	0.365
4	1.0	0.625
5	0.5	0.825
6	1.0	1.125
7	1.0	1.695
8	1.0	2.295
9	1.0	3.095
10	2.0	3.875
11	0.5	5.075
12	0.5	5.725

従来の衝撃弾性波法による杭診断（IT）結果

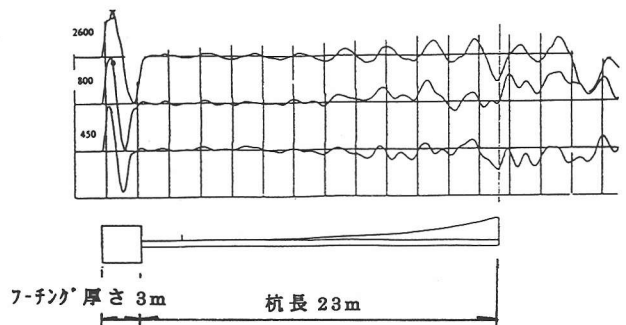


図-2 フーチング上からの本システムによる探査結果(エンベロープ波形)と従来法の探査結果及びボアホールカメラの調査結果の比較

3. 適用事例 (2)

a) 探査概要

実施時期：平成7年11月

実施場所：兵庫県

探査目的：地震被害調査（ケーソン壁面亀裂探査）

探査対象：地震の被害を受けた岸壁基礎のケーソン側壁の損傷度の探査で、ケーソンの上に介在する上部工の上から行った。ケーソン高さ14.5m、壁厚さ0.35m、上部工厚さ2.5mである。

探査深度：17.0m

介在構造物：上部工厚さ2.5m

探査方法：

打撃方法：ハンマー打撃

受振装置：圧電センサー

増幅装置：プリアンプ+メインアンプ

記録装置：オシロスコープ

センサー位置：上部工表面

センサー取り付け方法：パテ

比較した他の探査データ：潜水夫の目視によるクラック調査

b) 探査結果 図-3 に地震被害により生じた亀裂からの反射波が見られる結果例を示す。また、図-4 に被害のないケーソン底盤下端部の反射波のみの結果例を示す。

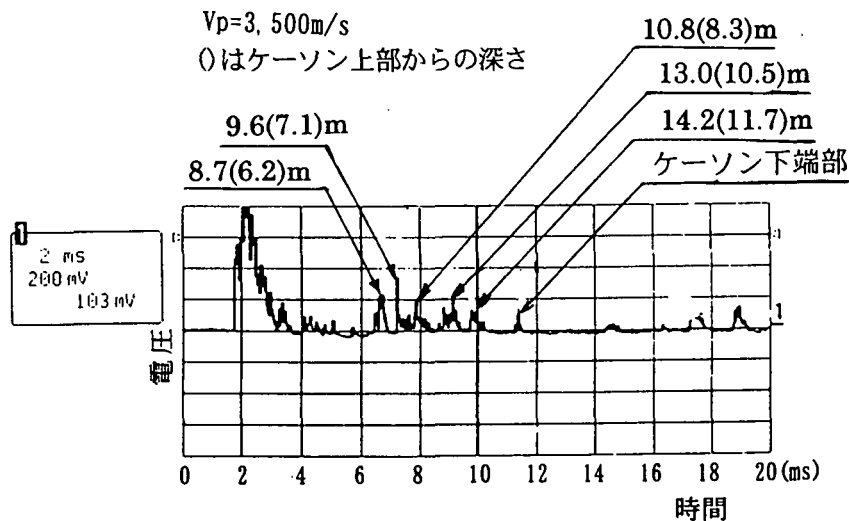


図-3 被害が見られた探査結果(エンベロープ波形)

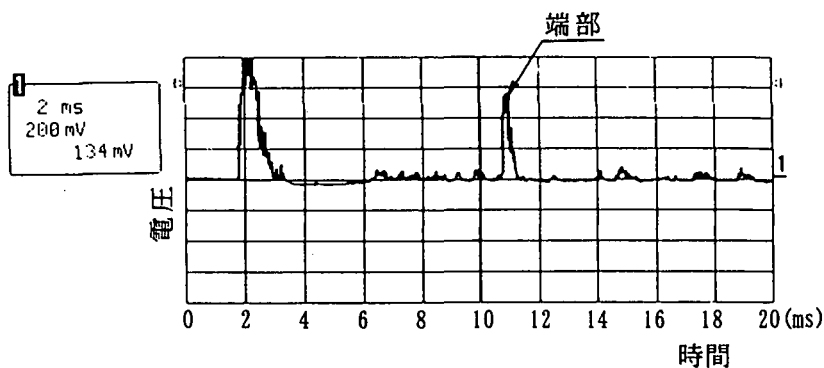


図-4 被害が見られなかった探査結果(エンベロープ波形)

図-5は、本システムの探查結果と潜水夫の目視によるクラック調査結果との比較を示すケーソン断面図である。また、写真-2に潜水夫の調査によるケーソン壁面に確認できた亀裂の状況を示す。トリガーの衝撃波の波形が大きいいためケーソンの浅い部分での探查はできていないが、6.0m以深は推定した亀裂の位置と潜水調査結果の位置がよく一致していることが分かる。

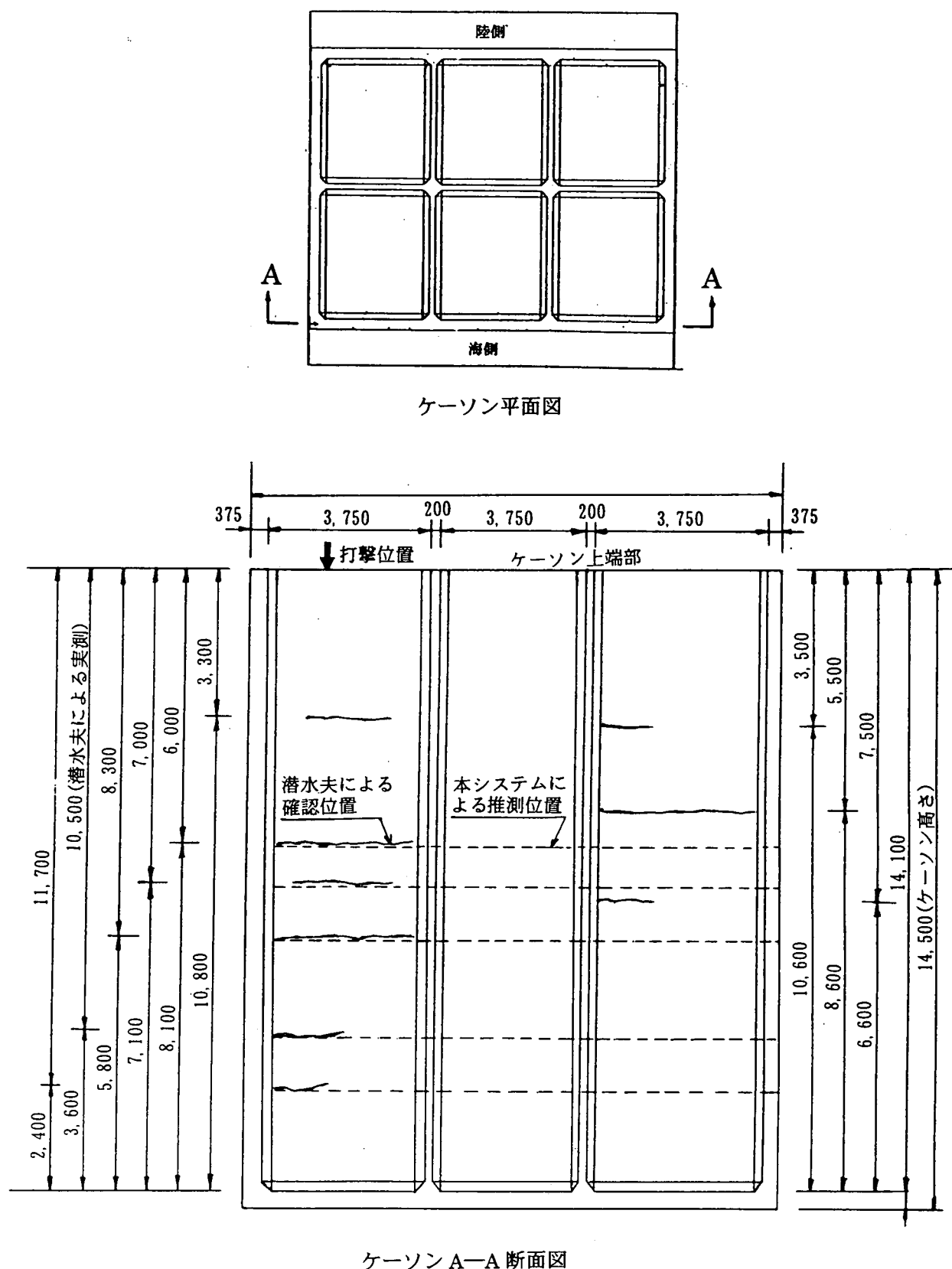


図-5 ケーソン断面図-本システムの探查結果と潜水夫によるクラック調査結果の比較

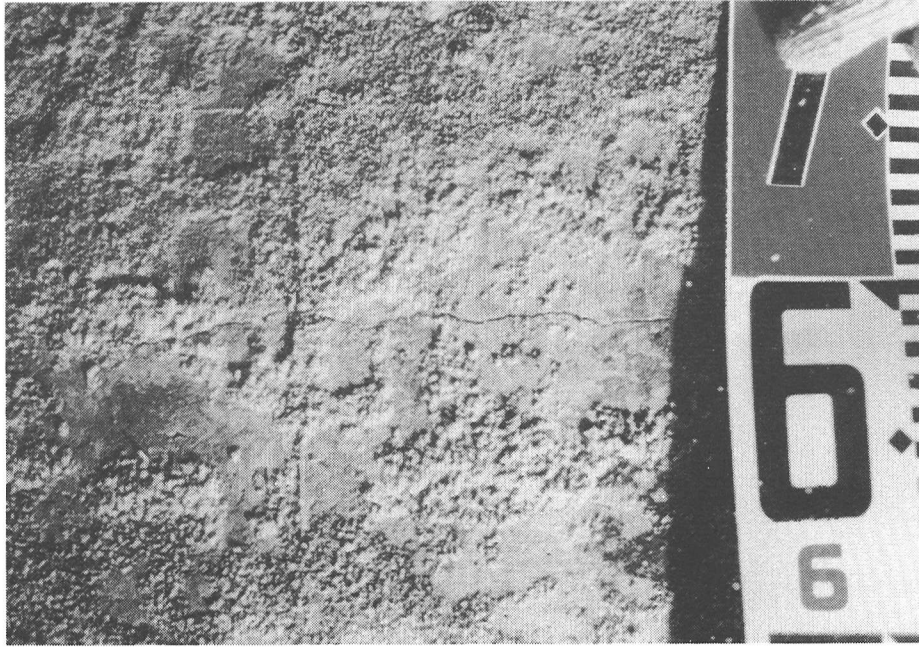


写真-2 潜水夫による亀裂の確認状況

4. 適用事例 (3)

a) 探査概要

実施時期：平成8年7月

探査目的：出来形管理（断面欠損位置探査）

探査対象：地中連続壁（深さ65m、幅1.2m）の施工に、普通コンクリートと高流動コンクリートの両方を使用している。鉄筋継ぎ手部のコンクリート充填不足による断面欠損の有無と欠損位置の比較探査を行ったものである。

探査深度：65m

介在構造物：なし

探査方法：

センサー位置：連続壁頂端面のコンクリート表面

センサー取り付け方法：両面テープ

比較した他の探査データ：なし

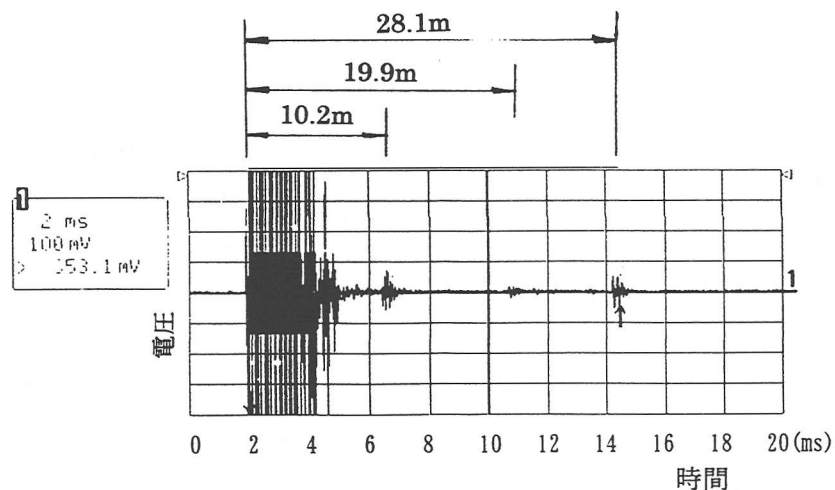


図-6 普通コンクリート・エレメントでの探査結果(RF波形)

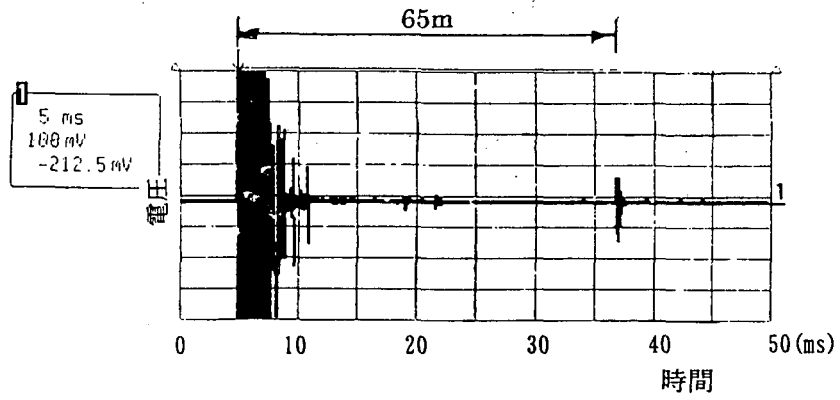


図-7 高流動コンクリート・エレメントでの探査結果(RF 波形)

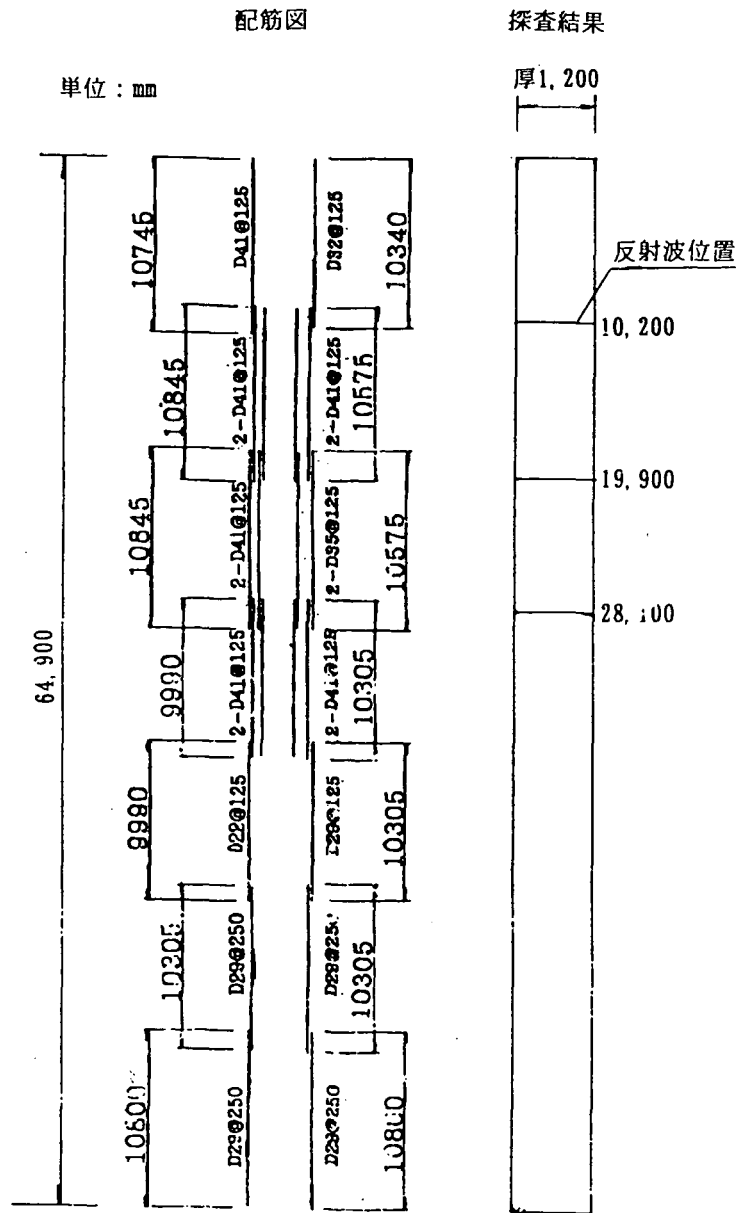


図-8 普通コンクリート・エレメントの反射波位置と鉄筋継ぎ手位置の比較

5. まとめ

まだ探査実績は少なく適用可能な対象構造物の範囲，探査深度，探査可能な亀裂幅の大きさ，亀裂面積など課題点が残っている．今後，実績，実験等の積み重ねによってさらに本システムの向上を図る予定である．

参考文献：

- 1)[特集]計測技術 96：被災構造物を素早く診断する技術，日経コンストラクション，pp.37～47，1996.1.26.
- 2)孫 建生ら：コンクリート構造物非破壊探査システムの開発，耐震補強・補修技術及び耐震診断技術に関するシンポジウム，1997. 7，投稿中.