

東日本大震災  
1次調査報告書

平成23年10月

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会

## 目 次

1. はじめに	1
2. 地震概要	2
3. 各分野における被災状況	6
3.1 道路・鉄道基礎の被災状況（道路・鉄道技術委員会）	6
3.1.1 全体概要	6
3.1.2 調査方法	7
3.1.3 調査結果	9
3.1.4 今後の課題と取り組み	9
3.2 建築基礎の被災状況（建築基礎技術委員会）	10
3.2.1 全体概要	10
3.2.2 調査方法	12
3.2.3 調査結果	13
3.2.4 今後の課題と取り組み	14
3.3 港湾構造物の被災状況（港湾技術委員会）	15
3.3.1 全体概要	15
3.3.2 調査方法	16
3.3.3 調査結果	17
3.3.4 今後の課題と取り組み	24
3.4 鋼矢板構造物の被災状況（鋼矢板技術委員会）	25
3.4.1 全体概要	25
3.4.2 調査方法	25
3.4.3 調査結果	26
3.4.4 今後の課題と取り組み	32
4. まとめ	33
参考資料：調査シート	34
(1) 道路・鉄道基礎	35
(2) 建築基礎	60
(3) 港湾構造物	63
(4) 鋼矢板構造物	91

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃 三陸沖を震源（深さ 24km）とし、我が国観測史上最大のマグニチュード 9.0 を観測したプレート境界型の巨大地震が発生、気象庁により「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」と命名された。本地震は、地震動による被害のみならず、巨大津波発生により、東北地方から関東地方の太平洋沿岸の広範囲にわたって甚大な被害をもたらした。

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会は、地震発生後、平成 23 年 3 月 第 7 回理事会において、協会として独自に本地震への取り組みを実施する方針が決議され、4 月に道路・鉄道技術委員会・建築基礎技術委員会・港湾技術委員会・鋼矢板技術委員会の中に震災対策チームを設置した。

各委員会の震災対策チームは、各分野の鋼構造物（鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板）に着目し、被災状況の把握、鋼構造物に対する耐震性と被災メカニズムの解明に取り組むべく、公開調査結果やヒアリング結果をもとに調査場所を選定、一次調査として平成 23 年 4～6 月現地調査を行った。

道路・鉄道分野では、阪神大震災で無被災であった鋼管矢板基礎と、大震災を経験していない鋼管ソイルセメント杭・回転杭に的を絞って調査を実施した。

建築分野では杭基礎構造物の津波による被災事例がみられたため、津波被害に焦点をあて石巻市内の鋼管杭基礎建造物を調査した。

港湾分野では、広範囲にわたり重力式防波堤や防潮堤の倒壊等の壊滅的な被害が見られる中、栈橋・鋼製防波堤、鋼製護岸とその近隣の重力式構造物の調査を実施した。

鋼矢板分野においては、鋼矢板が採用されている河川堤防・河川護岸・道路擁壁・二重鋼矢板仮締切り堤の 4 つに大別して調査を行った。

本報告書は、各分野の被災状況の整理および今後取り組むべき課題の抽出など、その調査結果を「東日本大震災 1 次調査報告書」としてとりまとめたものである。今後は、関係機関と連携をして、被災を受けた鋼構造物に対し、追加調査・被災メカニズムの解明等実施していく予定である。これらを通じて鋼構造物の特性を活かした、地震や津波に対する防災・減災技術の整備発展に寄与できるよう活動していく所存である。

平成 23 年 10 月

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会  
代表理事 岡原 美知夫

## 2. 地震概要

今回の地震は平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、牡鹿半島の東南東約 130km 付近(三陸沖)の深さ 24km を震源として発生した。

太平洋プレートと北アメリカプレートの境界域における海溝型地震であり、気象庁より発表されたモーメントマグニチュード(Mw)は 9.0 で、日本国内では観測史上最大、世界でも 1900 年以降で 4 番目の規模の巨大地震である。

地震当日に岩手県沖、茨城県沖、三陸沖でそれぞれ Mw7.4、 Mw7.7、 Mw7.5 の余震が、4 月以降にも Mw7 クラスの余震が発生しており、一連の地震の震源域は岩手県沖から茨城県沖まで、幅約 200km、長さ約 500km の広範囲にわたっている(図 2.1)。

本地震に伴って東日本の広い範囲で地殻変動が観測され、国土地理院の電子基準点・牡鹿では東南東方向へ約 5.3m 移動し、約 1.2m の沈下が生じたことが報告されている<sup>2)</sup>(図 2.2)。

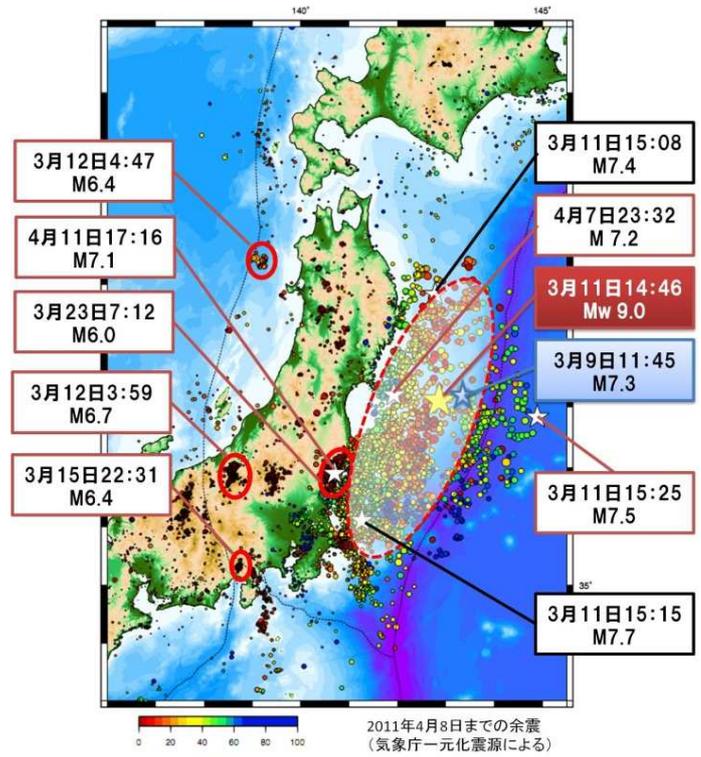


図 2.1 震源域<sup>1)</sup>

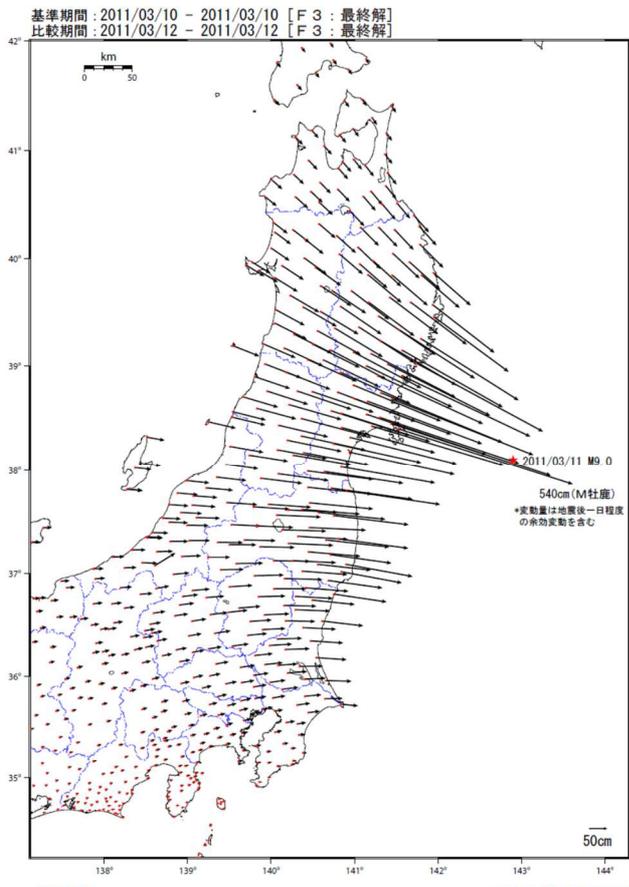


図 2.2(a) 電子基準点で観測された本震に伴う地殻変動(水平方向)<sup>2)</sup>

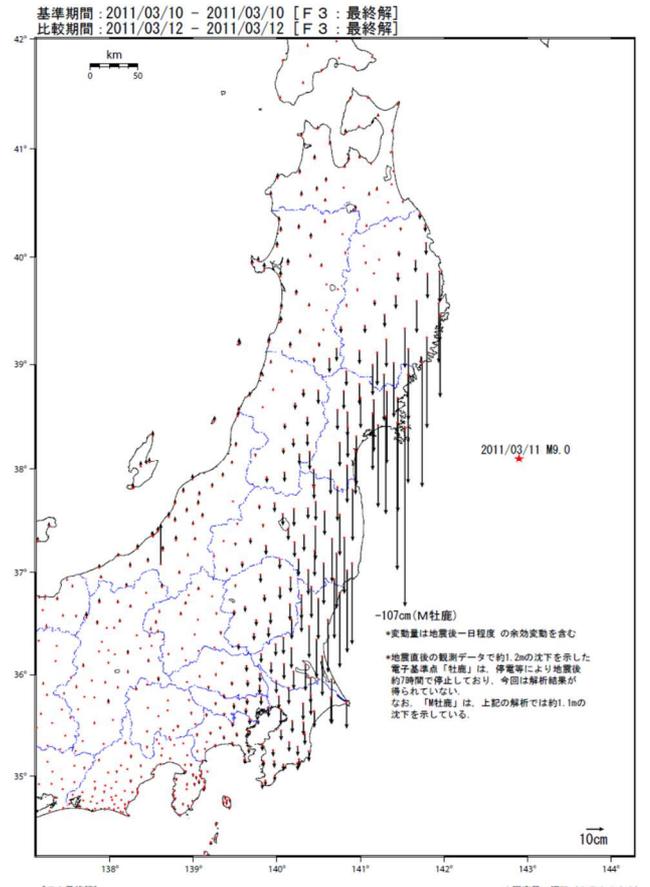


図 2.2(b) 電子基準点で観測された本震に伴う地殻変動(上下方向)<sup>2)</sup>

・地震動の特徴

本地震で観測された K-NET 築館、K-NET 日立の加速度記録を図 2.3 に、各地の地盤の最大加速度分布を図 2.4 に示す。また、最大水平加速度記録の上位 4 地点の観測値を表 2.1 に、表中の 4 地点と兵庫県南部地震の 2 地点（神戸海洋気象台，JR 鷹取）の疑似速度応答スペクトルを図 2.5 に示す。

日本列島の非常に広い範囲で地震動が観測され、東北や関東地方では 500gal を上回る地域が広がっている。局所的に 1000gal を超える地震動も観測され、築館では 3g 近い値も観測された。一方で今回の地震動は短周期側（0.1-0.5 秒）にピークを有し、一般に構造物への影響が大きいとされる周期帯（1.0-2.0 秒）の応答値は兵庫県南部地震時の JR 鷹取の記録の 1/4 程度であった。

今回の地震動の特徴の一つに振幅の大きな揺れが長時間継続したことが挙げられる。震度 4 以上の地震動が継続した時間の上位 4 記録を表 2.2 に示す。小名浜では震度 4 以上を観測した時間が約 190 秒に達するなど、東北から関東にかけて複数地点で震度 4 以上の地震動が長時間継続したことが報告されている<sup>4)</sup>。

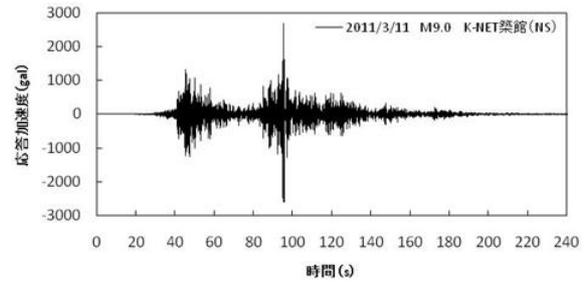


図 2.3(a) K-NET 築館の加速度記録(NS 成分)

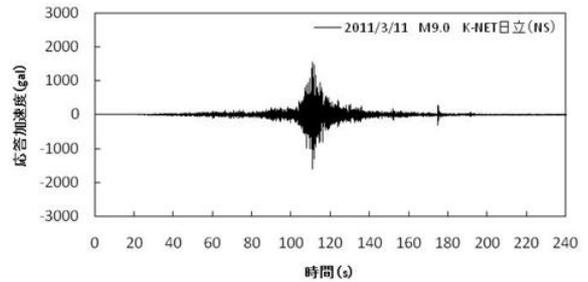


図 2.3(b) K-NET 日立の加速度記録(NS 成分)

表 2.1 最大水平加速度の上位 4 記録<sup>3)</sup>

加速度(gal)	観測点
2,765	K-NET 築館
1,970	K-NET 塩竈
1,913	港湾地域強度観測小名浜事-G
1,844	K-NET 日立

表 2.2 震度 4 以上継続時間の上位 4 記録<sup>4)</sup>

震度 4 以上の継続時間	観測点
約 190 秒	いわき市小名浜
約 180 秒	五戸町古館
約 170 秒	仙台宮城野区五輪
約 160 秒	大船渡市大船渡町

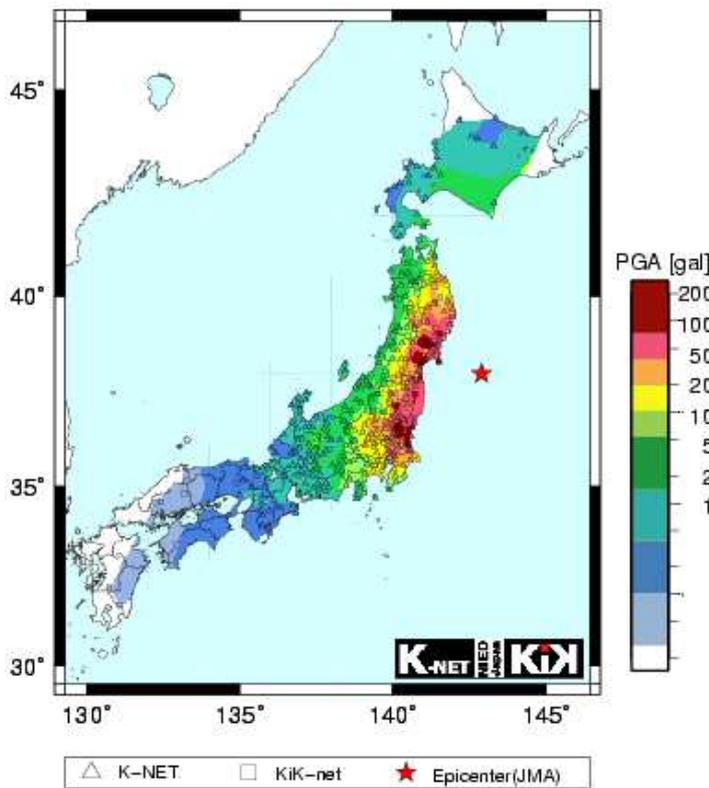


図 2.4 最大地盤加速度の分布

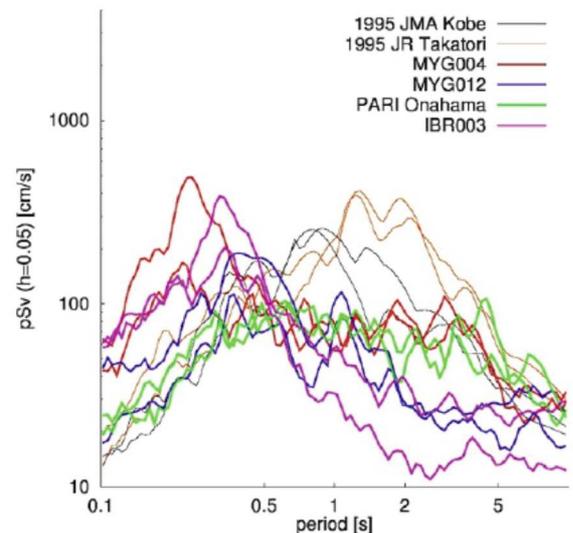


図 2.5 疑似速度応答スペクトルの比較<sup>3)</sup>

・液状化

今回の地震では広範囲で地盤の液状化が発生し、堤防・港湾・道路・鉄道分野をはじめ、埋設管などのライフライン施設といった多岐にわたる構造物に被害が生じたことが特徴の一つである。東京湾岸など関東地方の多数の箇所でも液状化が発生し、浦安市（写真 2.1）、我孫子市布佐地区、潮来市日の出地区（写真 2.2）などでは、これまでに例を見ない激しい液状化や大量の噴砂が観察されている。地震の加速度振幅はさほど大きくない地域でも、継続時間が長いことから液状化に至ったり、地盤の過剰間隙水圧が高まり有効応力が低下した状態で地震動が継続したことにより、構造物の変形が進行した可能性などが指摘されている。

・津波

巨大津波は今回の震災の最大の特徴であり、甚大な人的・物的被害を引き起した。北海道から千葉県にかけて広範囲な地域で大きな津波が計測されている（図 2.6）。津波により浸水した範囲は青森・岩手・宮城・福島・茨城・千葉の 6 件 62 市町村で 561km<sup>2</sup> に及ぶことが報告されており（図 2.7）<sup>7),8)</sup>、地震後の構造物に残された痕跡の追跡調査などからは高さ 10m を大きく超える津波が襲来したと考えられる地域も報告されている。岩手県釜石市沖の防波堤の被災や宮古市田老地区における防潮堤の崩壊（写真 2.3）に代表されるように、東北地方の多くの箇所でも防波堤や防潮堤、河川堤防が破壊され、浸水により多くの人命が失われた。また、橋梁上部工の落下・流出や建築物の倒壊などこれまでに経験のない被害も多数発生した。



写真 2.1 浦安市の地盤液状化<sup>5)</sup>



写真 2.2 潮来市・日の出の液状化被害（6/14 撮影，3 か月後にも大きな爪痕が残る）

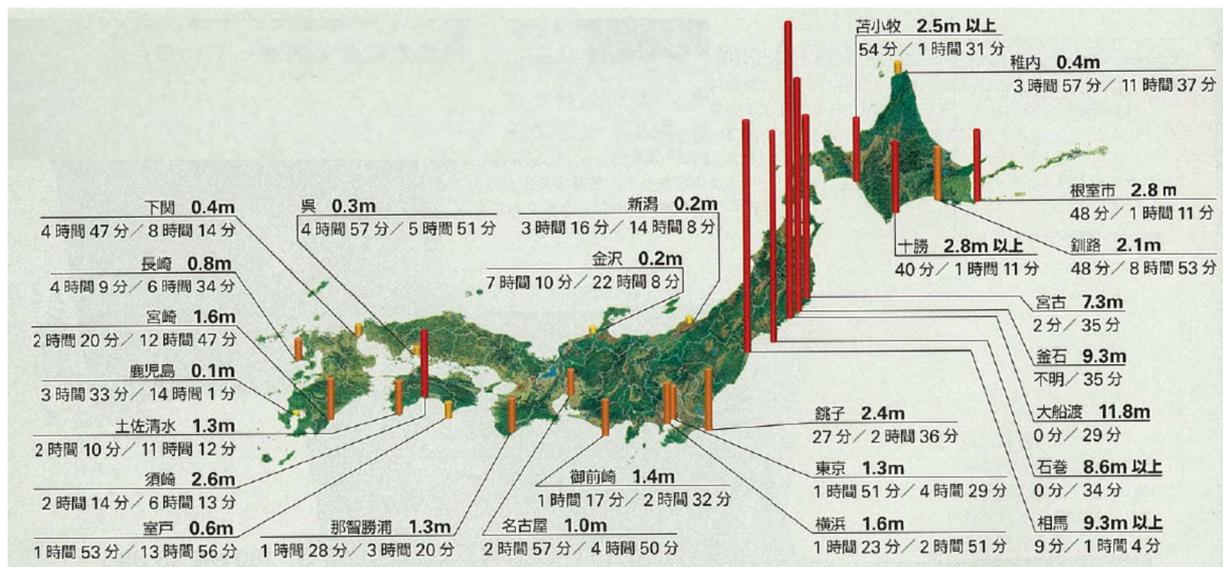


図 2.6 各地の津波高さ（m）と第 1 波および最大波到達までの時間<sup>6)</sup>



図 2.7 県別浸水面積<sup>8)</sup>



写真 2.3 田老地区の防潮堤被害<sup>9)</sup>

今回の地震では、地震動そのものによる土木・建築構造物の被災は過去の大地震に比べてもそれほど顕著ではなかったようである。しかし、上述の大規模な津波や液状化の発生、規模の大きな余震の継続などにより、設計での想定を超える規模や種類の外力が構造物に作用し、過去に経験のない形態の甚大な被害が多数発生した。また、原子力発電所施設の被災、電力・ガス・上下水道・交通などのライフラインの断絶、コンビナート・市街地の火災など、都市やインフラ機能の計画・維持の全体に係わる大きな問題も提起され、今後解決していくべき新たな技術課題、防災計画や構造物設計上の課題が突きつけられた。

[参考資料]

- 1) 東京大学地震研究所 広報アウトリサーチ室 WEB
- 2) 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動について、国土交通省国土地理院
- 3) 土木学会東日本大震災被害調査団 緊急地震被害調査報告書、土木学会
- 4) 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震時に震度計で観測した各地の揺れの状況について、気象庁
- 5) 東北地方太平洋沖地震災害調査報告会 関東の液状化被害、地盤工学会
- 6) Newton [別冊] 「次」にひかえる M9 超巨大地震、(株)ニュートンプレス
- 7) 津波による浸水範囲の面積(概略値)について(第 5 報)、国土交通省国土地理院
- 8) 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震津波の概要(第 3 報)青森県～福島県の津波高・浸水高および青森県～千葉県の浸水状況、一般財団法人 日本気象協会
- 9) 東日本大震災—津波による土木構造物の被害調査報告、大阪市立大学大学院

### 3. 各分野における被災状況

#### 3.1 道路・鉄道基礎の被災状況（道路・鉄道技術委員会）

##### 3.1.1 全体概要

東北地方太平洋沖地震による鉄道・道路分野における橋梁基礎の被害は、随時応急復旧が進み、4月上旬時点で高速道路・国道・新幹線等がほぼ通行可能となったことから、甚大な被害は現段階で確認されていない。

また、津波により上部工・下部工が流失した橋梁（気仙大橋（写真 3.1.1）、小泉大橋（写真 3.1.2）、外尾川橋、歌津大橋（写真 3.1.3）、新北上大橋、鹿行大橋等）はあったものの、それらを除いた橋梁の損傷は下記のような傾向であり、地震のみによる基礎本体の損傷は軽微であったものと推測される。

- ・盛土構造自体の崩壊
- ・背面盛土部の崩壊による段差
- ・支承部破損に伴う上部工の移動に伴う段差
- ・橋脚のせん断破壊
- ・路面のひび割れ

今回の鋼管杭基礎、鋼管矢板基礎の調査においても支承部の変形（写真 3.1.4）、や橋台部での堤防法面のひび割れ（写真 3.1.5）、桁端部でのずれ（写真 3.1.6）は若干確認されているが、基礎本体部に大きな変状は見られておらずほぼ健全であると考えられる。



写真 3.1.1 気仙大橋



写真 3.1.2 小泉大橋



写真 3.1.4 支承部の変形



写真 3.1.3 歌津大橋



写真 3.1.5 堤防法面のひび割れ



写真 3.1.6 桁端部でのずれ

### 3.1.2 調査方法

#### (1) 基礎全体の被災状況の情報収集

公開調査結果やヒアリング結果を基に鋼管杭基礎・鋼管矢板基礎の被災状況の調査を行った。大きな被災案件が確認されなかったため、下記の案件の個別調査を実施した。

- ①鋼管矢板基礎（阪神大震災時、損傷無し工法）
- ②鋼管ソイルメント杭、回転杭（阪神大震災を未経験工法）

#### (2) 一次被災状況の現地調査

以下の項目に着目し、写真撮影、目視観察を実施した。

[調査項目] ①橋梁全体、②橋脚・橋台単体：全景（損傷、修復状況）、  
下端部（液状化、残留変位）、③支承部（上部工変位状況）

#### (3) 調査対象案件

対象案件を表 3.1.1 に示す。ここで、施工実績が不明確であり、阪神大震災においても被害が確認されていない鋼管杭による打込み杭工法および中掘り根固め工法は対象外とした。さらに、関東地方や内陸部における液状化に伴う被災状況は現段階では対象外とした。

表 3.1.1 調査案件一覧

鋼管矢板基礎（調査対象:14 件、調査日:平成 23 年 4 月 25 日～6 月 22 日）

No.	物件名	施主	場所
①	新飯野川橋	東北地建	宮城県石巻市小船越
②	新北上大橋	宮城県	宮城県石巻市釜谷葦島
③	新小野橋	東北地建	宮城県東松島市矢本町鳴瀬
④	東北新幹線小野地区高架橋	日本国有鉄道	宮城県大崎市古川小野
⑤	米谷大橋	宮城県	宮城県登米市中田町浅水
⑥	磯崎漁港橋梁	宮城県塩釜漁港事務所	宮城県松島町磯崎
⑦	七北田川橋 P44,P45	東北地建仙台工事事務所	宮城県仙台市泉区七北田
⑧	新天王橋 P1,P2,P3	東北地建仙台工事事務所	宮城県石巻市鹿又～小船越
⑨	船岡地区 PA7,PA8	東北地建	宮城県柴田郡柴田町船岡
⑩	日高見大橋 P2,P3	東北地整	宮城県登米市豊里町白鳥地内
⑪	新鹿行大橋 A2,P3,P4,P5	茨城県土木部道路建設課	茨城県行方市と鉾田市
⑫	曾波神大橋 P9, P10,P11	東北地整	宮城県石巻市河北町蛇田
⑬	川口橋 A1,A2,P1,P2	大船渡市	岩手県大船渡市赤崎町
⑭	新米谷大橋 P2,3	東北地整仙台河川国道事務所	宮城県登米市東和町米谷～浅水

鋼管ソイルメント杭（調査対象:6 件、調査日:平成 23 年 6 月 8 日～22 日）

No.	物件名	施主	場所
①	磐城 BP（浜道、住吉地区）	東北地整／磐城国道事務所	福島県いわき市小名浜住吉字浜道地内
②	下屋浦橋梁	宮城県／迫、登米土木事務所	福島県登米市富里町字下屋浦地内
③	鶴ヶ谷仙台港線福室跨線橋	宮城県仙台市	宮城県仙台市宮城野区福室 4 丁目地内
④	久保土橋	宮城県東松島市	宮城県東松島市赤井字七反谷地地内
⑤	大谷跨線橋、白石川橋梁等	宮城県／大河原地方振興事務所	宮城県柴田郡大河原町大谷、南平地内
⑥	馬寄・東田・李埜地区下部工	東北地整／仙台河川国道事務所	宮城県大崎市古川馬寄、東田、李埜地内

回転杭（調査対象:3 件、調査日:平成 23 年 6 月 9 日～14 日）

No.	物件名	施主	場所
①	北上川脇谷、鴫波水門	東北地整／北上川下流河川事務所	宮城県登米市津山町柳津、豊里町中谷
②	仙台空港アクセス鉄道	東北地整／塩釜港湾・空港整備事務所	宮城県名取市下増田相ノ谷地
③	宮ノ下高架橋	東北地整／いわき国道事務所	福島県いわき市泉町下川宮ノ下



図 3.1.1 対象案件概略位置

### 3.1.3 調査結果

#### (1) 鋼管矢板基礎

調査案件リストを設計年代別に着目してみると、

- ・昭和 55 年（道路橋示方書 V 耐震設計編制定）以前の設計案件：①新飯野川橋～⑤米谷大橋
- ・昭和 55 年～平成 7 年：⑥磯崎漁港橋梁
- ・平成 8 年（道路橋示方書 V 耐震設計編改定：保耐法導入）以降：⑦七北田川橋梁～⑭新米谷大橋

となっているが、いずれの基礎においても変状は確認されていない。

調査案件リストを基礎形状別に着目してみると、

- ・円形：③新小野、④小野地区、⑧新天王、⑨船岡、⑩日高見、⑫曾波神、⑭新米谷
- ・矩形：①新飯野川、②新北上、⑥磯崎漁港
- ・小判形：⑤米谷、⑦七北田川、⑪新鹿行、⑬川口

となっており、構造型式によって被災状況が異なることは無かった。

一部上部工が流出した新北上大橋は、1 基のみケーソン基礎から試験的に鋼管矢板基礎の近年では珍しい立上り方式に変更していたが、変状は見られていない。

鹿行大橋は新設中の基礎に鋼管矢板基礎が適用されており、変状はなかったが、旧橋はパイルベント基礎の単純桁橋であり、液状化による基礎の傾斜等により上部工が落橋している模様であった。

#### (2) 鋼管ソイルメント杭基礎

本工法は、阪神大震災以降に道路橋示方書に記載された工法であり、大きな震災経験の無いものであったが、今回の地震を受けても被災は確認されなかった。

対象案件は全て平成 8 年以降に設計されたものであり、支承部、基礎周辺の液状化は見られる場合があるものの、基礎本体の変状は確認されていない。

久保土橋は単径間橋梁の両側橋台基礎として、鋼管ソイルメント杭の摩擦杭が震災地域で唯一適用されているが、背面地盤の沈下は見られるものの、基礎本体の変状は見られなかった。

#### (3) 回転杭基礎

本工法は、平成 18 年の杭基礎設計便覧には記載（道路橋示方書未記載）されたので、道路分野での適用は未だ普及段階であり、阪神大震災も未経験であったが、今回の地震を受けても被災は確認されなかった。

### 3.1.4 今後の課題と取り組み

上部工とともに、橋脚部が基部付近で破壊しフーチングと分離した形で流出した小泉大橋の基礎工は、詳細は不明であるが、鋼管杭基礎であるとの情報が入っているので、今後、国交省等の調査結果も踏まえ、追加の調査・検討を実施する。

調査案件のうち、設計条件、震災情報等から外力判断可能な案件を 2、3 例ピックアップし設計照査による検証を実施する予定である。

## 3.2 建築基礎の被災状況（建築基礎技術委員会）

### 3.2.1 全体概要

#### (1) 被害状況の概要

今回の地震では、宮城県栗原市において本震最大の震度 7 を観測したが、東北・関東・甲信越地方を中心に広範囲にわたって震度 5 弱以上が観測された。この地震では比較的震源に近い地域において非常に大きな地動加速度が観測されたが、観測値に対して建物倒壊等の被害が比較的少なかったのが、今回地震の特徴といえる。

これに対して、今回の地震に伴って発生し、東日本の太平洋沿岸部各地で 2m 強～12m 弱の波高が観測された大津波は、東北地方から関東地方を中心に、多くの地域で建物の流出・転倒・移動・崩壊・傾斜、漂流物の衝突も含めた外壁や開口部の破壊・内外装材の破壊・流出等、甚大な被害をもたらした。特に宮城県牡鹿郡女川町においては、杭基礎構造の RC 造・S 造建物が転倒・移動するという被災事例も発生している(写真 3.2.1)。



写真 3.2.1 津波により転倒した RC 造建物（女川町）

また、液状化による被害は、茨城県・千葉県・埼玉県を中心に多数発生した（写真 3.2.2～3.2.7）。特に千葉県浦安市では、市域の約 85 % で液状化が発生し、上下水道・雨水管・ガス等のライフラインの寸断、戸建て住宅の沈下・傾斜、集合住宅周辺の地盤沈下等の甚大な被害が発生した。



写真 3.2.2 液状化による被害①  
(噴砂とブロック塀の傾斜：潮来市日の出)



写真 3.2.3 液状化による被害②  
(噴砂と地盤沈下：千葉市美浜区)



写真 3.2.4 液状化による被害③  
(噴砂とマンホールの浮上り：浦安市高洲)



写真 3.2.5 液状化による被害④  
(噴砂と地盤沈下：浦安市舞浜駅前)



写真 3.2.6 液状化による被害⑤  
(噴砂と水道管の破断：浦安市舞浜)



写真 3.2.7 液状化による被害⑥  
(建物の沈下と傾斜：浦安市富岡)

※写真 3.2.2～3.2.7 については、Yahoo! JAPAN HP「写真保存プロジェクト 復興支援東日本大震災」より引用

ただし、支持地盤まで基礎杭を設置した建物については、沈下・傾斜・構造躯体の損傷等の被害は発生していない(写真 3.2.8～3.2.9)。



写真 3.2.8 支持地盤まで基礎杭を設置した建物① (浦安市千鳥)



写真 3.2.9 支持地盤まで基礎杭を設置した建物② (浦安市千鳥)

## (2) 鋼管杭基礎建物の被害状況と調査対象

調査の結果、北海道・東北・東関東地区での鋼管杭基礎建物は453件、東北地区では31件について鋼管杭が使用されていることが判明した。これをもとに全建物（453件）について予備調査（インターネットによる情報収集・現地確認等）を実施したが、地震動および液状化による構造躯体の被災事例は確認されなかった。

したがって、被災調査の視点を地震被害から津波被害に切り替え、予備調査から津波による被災が確認された宮城県石巻市内の鋼管杭基礎建物およびその周辺地域を調査対象とした。

### 3.2.2 調査方法

#### (1) 調査方針

被災調査にあたっては、対象建物の被災の有無、対象建物の被災状況とその特徴の把握、近接建物の被災状況と対象建物との相違等に着目した。

#### (2) 調査概要

日 時：H23年6月16日12:00～17:00

場 所：宮城県石巻市内（旧市街地）

調査対象：①遊戯施設 ②飼料工場 ③原料サイロ

調査位置：図3.2.1参照



### 3.2.3 調査結果

#### (1) 鋼管杭基礎建物の被災状況調査

##### 1) 遊戯施設

住 所：石巻市元倉 1 丁目

構造形式：RC 造 地上 4 階

杭 仕 様： $\phi 800\sim 1000\times 75\text{m}$

工法種別：中掘り根固め工法

被災状況：津波が旧北上川を遡上したことにより冠水した模様である。近隣の建物（木造家屋・アパート・飲食店等）が健全であることから、津波の波圧は直接受けていないものと判断される。近隣建物の外壁部痕跡から 1～1.5m 程度冠水したと推察されるが、構造躯体等には損傷は認められない。



写真 3.2.10 遊戯施設 建物全景

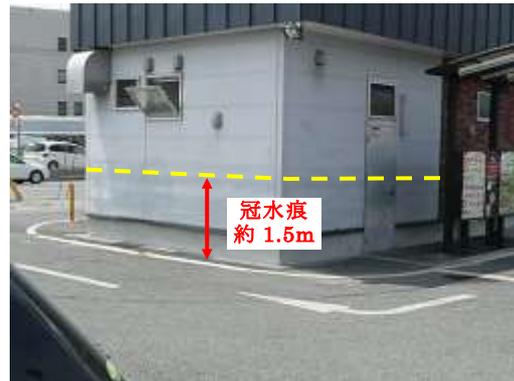


写真 3.2.11 近隣建物の冠水痕

##### 2) 飼料工場

住 所：石巻市三河町 4 番地

構造形式：S 造

杭 仕 様： $\phi 600\sim 800\times 54\text{m}$

工法種別：中掘り根固め工法

被災状況：対象建物は石巻工業港に面しており、津波の波圧を直接受けたものと判断される。到達した津波高は、約 3.5m（事業者 発表情報）であったが、外壁部の一部に破損はみられるものの、構造躯体の損傷は認められない。また、対象建物の敷地北側（陸側）に位置する倉庫の被災状況に比較して、全般に被害は少ない。



写真 3.2.12 飼料工場 建物全景



写真 3.2.13 近接構造物の被害状況

### 3) 原料サイロ

住 所：石巻市三河町 3 番地

構造形式：S 造

杭 仕 様： $\phi 600\sim 800\times 54\text{m}$   $\phi 406.4\sim 508.0\times 53\text{m}$

工法種別：中掘り根固め工法 回転杭工法

被災状況：対象建物は「飼料工場」に隣接する構造物であり、「飼料工場」と同様に石巻工業港に面している。波高約 3.5m の津波波圧を直接受けたと思われるが、構造躯体・外壁部の損傷は認められない。敷地内北側の事務所（S 造 地上 1 階）では、構造躯体は残存（大きな傾斜はない）しているものの、外壁は殆ど破壊された状況である。



写真 3.2.14 原料サイロ 建物全景



写真 3.2.15 近接構造物の被害状況

### (2) 調査結果のまとめ

石巻市内には防災科学技術研究所の強震観測点（K-NET 石巻）が設置されており、今回の地震においても強震記録が得られている。「K-NET 石巻」にて観測された最大加速度は約 490gal であったが、調査建物の構造躯体には地震動による被災は認められなかった。

また、「飼料工場」・「原料サイロ」には、地震発生の約 1 時間後に津波が到達したもののと思われるが、地震後に波高 約 3.5m の津波波圧を直接受けたにもかかわらず、建物の損壊は外壁部の一部のみであった。これに対して「飼料工場」・「原料サイロ」の北側に位置する倉庫では、外壁部の損傷だけでなく、基礎部周辺の洗掘に伴う沈下により部分的に建物が傾斜する被害が発生していた。両者の構造上の相違点は、基礎構造が杭基礎であるか、直接基礎であるかということである。

このことから、基礎構造が杭基礎であり、かつ、基礎杭および杭頭接合部が損傷しなければ、転倒や傾斜等の津波による構造躯体の損傷は発生し難いものと推察される。

### 3.2.4 今後の課題と取り組み

#### (1) 津波による作用力の推定

調査建物について、到達した津波高さから津波による波圧力を算出し、基礎杭に作用した荷重（鉛直力・水平力）を推定する。

#### (2) 津波による建物転倒の原因推定

宮城県牡鹿郡女川町では、津波による杭基礎建物の転倒が発生したが、石巻市では杭基礎建物の転倒は発生していない。両者における被災時の状況（津波高さ・周辺建物との関係等）や構造的な相違点を比較することで、津波による建物転倒の原因を推定する。

### 3.3 港湾構造物の被災状況 港湾技術委員会

#### 3.3.1 全体概要

東北地方太平洋沖地震により、岩手県釜石市沖の防波堤の被災（写真 3.3.1）や宮古市田老地区における防潮堤の崩壊（写真 2.3）に代表されるように、東北地方の多くの箇所では防波堤や防潮堤が倒壊等の大きな被害を受けた（写真 3.3.2）。また、津波によって多くの船舶が漂流して港湾施設に衝突したり、陸上に乗り上げる等の被害が発生したり（写真 3.3.3）、港湾域の工場等でも被害が出ている（写真 3.3.4）。

一方、岸壁や護岸構造物の被害は限定的であった。青森県から宮城県にかけては、港湾構造物の被災に影響を与える周波数成分（0.3～1.0Hz）が非常に少ない地震動であったため、岸壁の大規模な被害は生じていない。一方、福島県から茨城県にかけては、港湾構造物の被災に影響を与える周波数成分（0.3～1.0Hz）が比較的多かったため、地盤の液状化による岸壁の被害が見受けられた。また、今回の地震による被害は、地震の後に津波が作用したことや、大きな余震が繰返し発生したことにより被害程度が増加していったものと考えられる。



写真 3.3.1 釜石湾口防波堤の被害



写真 3.3.2 大船渡市三陸町の  
防潮堤被害



写真 3.3.3 岸壁に打ち上げられた  
タンカー(釜石市)



写真 3.3.4 石巻漁港の工場被害

※写真 3.3.1～3.3.4 については、Yahoo! JAPAN HP「写真保存プロジェクト 復興支援東日本大震災」より引用

これらの内、鋼構造物の被害は限定的で、その被災状況を概観すると以下の通りである。

- ・ 久慈港、釜石港、大船渡港などの栈橋式岸壁では、一部渡版の落下、流失が見られたが、本体自体は健全のようである。
- ・ 気仙沼漁港では魚市場横の栈橋構造の一部で、津波により床版全体が流出し、鋼管杭だけ（一部杭頭コンクリート残存）残っている状態であった。

- ・ 石巻漁港のカーテンウォール式波除堤において、鋼管の破断の被災が発生していた。
- ・ 仙台塩竈港（仙台地区）では、高砂第2埠頭（-14m 水深、控え組杭の鋼管矢板式）で最大 70cm 程度海側にはらみだしが発生し、荷役が長期にわたって停止している（10 月末一部再開見込み）。
- ・ 相馬港第1埠頭では、鋼矢板式岸壁の一部で、ワイヤーが破断したため海側に変位が生じ、鋼矢板の爪が離脱している部分があった。地震後の津波で背後地盤の洗掘が進んだようである。
- ・ 小名浜港では、ケーソン式、矢板式ともに背後地盤の液状化により被災が生じていた。クレーン基礎も被災しており荷役が停止していた。
- ・ 那珂湊漁港の鋼矢板岸壁（鋼矢板と直背後のH鋼杭が上部コンクリートで一体化された特殊な構造）が海側に大きくはらみ出す被害が生じていた。

### 3.3.2 調査方法

公開調査結果や、Google の航空写真から鋼材系工法の被災地点を抽出し、現地調査を行った。調査行程を表 3.3.1 に、主な調査地点を図 3.3.1 に示す。なお、調査では、鋼材系工法の被災状況の確認とあわせて、周辺他構造の被災状況の把握に努めた。

表 3.3.1 港湾技術委員会 震災対応チームの1次調査工程

行程	調査エリア
2011年6月15日	福島県
2011年6月16～17日	青森県～岩手県
2011年6月17～18日	福島県北部～宮城県
2011年6月21日	茨城県

国土地理院承認 平13総規 第367号



図 3.3.1 主な調査箇所

### 3.3.3 調査結果

#### (1) 青森県～岩手県

##### 1) 久慈漁港

久慈漁港はブロック積み護岸を鋼管杭棧橋で前出した船着き場と鋼矢板による護岸で構成されている。鋼矢板護岸は隅角部に写真 3.3.5 に示す被災が見られた。船着き場では、渡版が半数以上落下しており、一部区間のブロック積みが前傾し背面が陥没していた（写真 3.3.6）。また、鋼管杭の防食工（モルタル被覆）の FRP カバーの脱落が見られた（十数本、写真 3.3.7）。



写真 3.3.5 久慈漁港の被災状況(1)  
(鋼矢板護岸 隅角部)



写真 3.3.6 久慈漁港の被災状況(2)  
(渡版落下・背面陥没)



写真 3.2.7 久慈漁港の被災状況(3)  
(FRPカバーの脱落)

##### 2) 久慈川河口導流堤

久慈川河口に位置する導流堤は、地震や津波による被害は見られなかった（写真 3.3.8）。なお、写真右側は 20 年前に設置した部分であるが、重防食塗装の劣化が著しく、早期の補修が望まれる。



写真 3.3.8 久慈川河口の導流堤

##### 3) 八木港（北港、南港）

八木港の内側の岸壁には大きな変状は見られない。北港の外側護岸の上部ブロックが津波により飛散しており、調査時には応急処置として RC ブロックが積み重ねられていた（写真 3.3.9）。



写真 3.3.9 八木港の被災・応急復旧状況  
(上部ブロックの飛散・RCブロックによる復旧)

#### 4) 築港街第一埠頭及び周辺

岸壁全体に法線が膨らむような変状は見られない（写真 3.2.10）。鋼矢板の腐食劣化が進んでおり、一部には鋼矢板のウェブに大きな穴が開いていた（写真 3.2.11）。同埠頭先端部外側の消波型 RC 堤の上部ブロックが津波で打ち上げられていた（写真 3.2.12）。



写真 3.2.10 築港街第一埠頭(1)



写真 3.2.11 築港街第一埠頭(2)



写真 3.2.12 築港街第一埠頭の被災状況  
(消波型 RC 堤の上部ブロック飛散)

#### 5) 八戸港 新湊

新湊 3 埠頭外側、鋼管杭栈橋の前出し部は地震、津波による変状は見られなかった（写真 3.2.13）。



写真 3.2.13 八戸港 新湊

#### 6) 八戸港 川目

河原木南に位置する八戸変電所南側（川目）の岸壁は控え式鋼矢板であるが、その一部が前傾し、背面が陥没していた（写真 3.2.14）。



写真 3.2.14 八戸港 川目の被災状況  
(控え式鋼矢板の前傾・背面陥没)

#### 7) 八戸港 河原木

八戸製錬の北側、河原木地区の岸壁は RC ケーソンであり、後背地の広い範囲で液状化による陥没が発生していたが、調査時にはオーバーレイによる応急補修により荷役作業を行っていた。その前面にある RC ケーソンが 2/3 ほど転倒していた（写真 3.2.15）。



写真 3.2.15 八戸港 河原木の被災状況  
(岸壁エプロン陥没・ケーソン転倒)

## (2) 宮城県～福島県北部

### 1) 相馬港 1号埠頭

相馬港 1号埠頭は図 3.3.2 に示す 1-1～1-8 の 8 つのバースで構成されている。構造形式は 1-1～1-6 隅部が鋼矢板岸壁で、1-6 直線部～1-8 はブロック式である。被災状況であるが、全般的には岸壁法線は直線性を保っているものの、一部に被災が発生している。また、エプロン部では舗装版のズレや段差が見られる。

写真 3.3.16 に直線部 (1-4) の被災状況を示す。鋼矢板岸壁の海側へのはらみ出しと背後地盤の流出が見られる。約 2m ピッチで設けられたタイワイヤーが破断しており、鋼矢板の爪が離脱している。目視であるが、鋼矢板に防食はされておらず、腹起しは設けられていないようである。本地点では、地震によるタイワイヤーの破断により鋼矢板岸壁が海側へはらみ出し、さらに津波の洗掘により土砂流出が起こり、被害が拡大したものと推察される。

写真 3.3.17 に隅角部 (1-5～1-6) の被災状況を示す。東側は控え組杭式鋼矢板岸壁である。控え工が露出しており、一部のタイワイヤーに破断箇所があるが、はらみ出しは小さい。北側も控え工による鋼矢板岸壁と思われるが、タイワイヤーが破断し、完全に開口している。本地点では、地震によるタイワイヤーの破断により鋼矢板岸壁が海側へはらみ出し、さらに津波の洗掘により土砂流出が起こり、被害が拡大したものと推察される。

### 2) 石巻漁港波除堤

石巻漁港は約 70cm の地盤沈下が発生した地域である。写真 3.3.18 に示すように西防波堤、西波除堤、東波除堤、岸壁からなる。構造形式は防波堤が消波ブロック被覆堤、波除堤がカーテン式、-7.0m 岸壁が直杭式横棧橋である。東波除堤の一部は被災しており、カーテン式構造が陸上に引き上げられていた (写真 3.3.19 参照)。図 3.3.3 はそのカーテン式波除堤の標準断面図を示したものである。前面のカーテン側の直杭にはφ700×t7 とφ700×t9 の鋼管杭が使用されている。後面の斜杭にはφ700×t11 の鋼管杭が使用されており、上部工底面下約 2.1m の区間には重防食が施されている。被災状況であるが、カーテン側の鋼管杭はカーテンウォールの下部で破断している。後面の斜杭は座屈を生じ

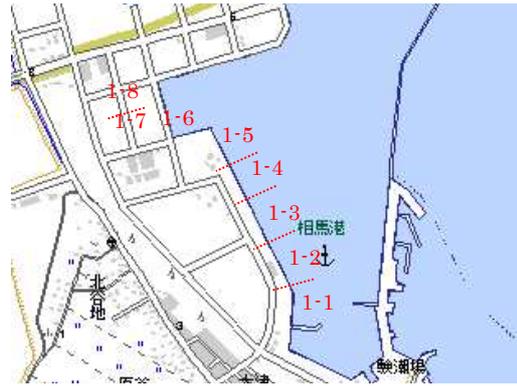


図 3.3.2 相馬港 1号埠頭平面図 1)



写真 3.3.16 相馬港の被災状況(1)  
(直線部の破損・洗掘)



写真 3.3.17 相馬港の被災状況(2)  
(隅角部の破損・洗掘)

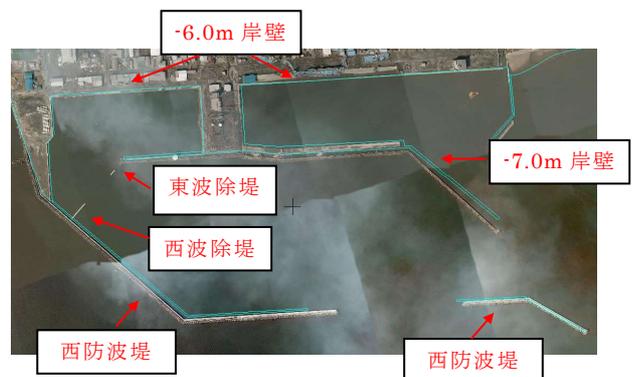


写真 3.3.18 石巻漁港平面図 1)

ているものや、中詰めコンクリート部で破断しているものもある。想定外の大きさの津波による被災と思われるが、原因究明が必要である。

### 3) 気仙沼漁港棧橋

気仙沼漁港については魚市場周辺で調査を実施した。気仙沼漁港は約 70cm の地盤沈下が発生した地域である。写真 3.3.20 に魚市場の南側に位置する棧橋構造の被災状況を示す。棧橋の上部工が流出しており、背後地は浸水している。棧橋は海側から陸側にかけて 3 列の構造であると思われるが、海側から 1 列目は水没しており状況を確認することはできない。2 列目は杭頭部に上部工が残っているが、3 列目は上部工が流出して、鋼管杭頭部が露出している。また、3 列目の鋼管杭頭部の標高が高く、他とは構造が異なっていると考えられる。

写真 3.3.21 に魚市場の北側に位置する棧橋構造の被災状況を示す。多くの渡版が津波により飛ばされて落下、破損している。エプロン部には段差や岸壁法線方向のズレが生じている。また、棧橋の鋼管杭が海側に傾斜していることが確認でき、棧橋本体が海側へ変形していると考えられる。

この地域では、地震により土留め壁が海側へ変形し、発生した力が地中部と渡版を介して棧橋へ伝達し、棧橋が海側へ変形したものと推察される。



写真 3.3.19 石巻漁港波除堤の破断状況

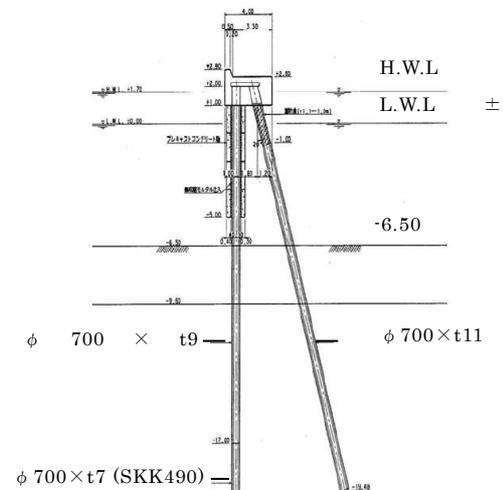


図 3.3.3 東波除堤標準断面図 2)



写真 3.3.20 気仙沼漁協の被災状況(1)  
(棧橋上部工の流出)



写真 3.3.21 気仙沼漁協の被災状況(2)  
(渡版の落下・破損)



### (3) 福島県南部

#### 1) 小名浜港第3埠頭(-10m)(図 3.3.4 参照)

第3埠頭は主に石炭荷役、バルク用のクレーンが設置された矢板式岸壁(-10m)である。全体の岸壁構造は不明であるが、第4岸壁(西側延長 211m)は、タイロープ控組杭式鋼管矢板岸壁である。

東側岸壁では、法線のはらみ出し(最大 50cm 程度)の発生および、埠頭内地盤の液状化により、石炭用アンローダーの陸側レール背後において地盤沈下や、1 m程度の段差が観察された。また、クレーンケーブルダクト支柱の傾斜が見られた(写真 3.3.22)。

南側護岸では、パラペット部およびコンクリート舗装が大きく破損していた。また、石炭置き場周辺は地盤沈下が発生していた(写真 3.3.23)。

西側岸壁では、法線のはらみ出しによりクレーン基礎背面のエプロンに 30cm 程度の沈下が見られた(写真 3.3.24)。



図 3.3.4 小名浜港調査位置

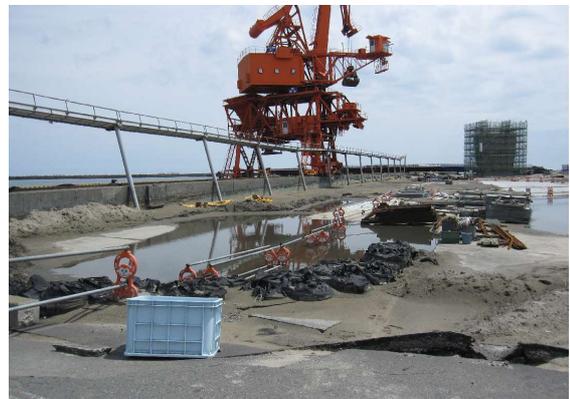


写真 3.3.22 小名浜港の被災状況(1)  
(第3埠頭、岸壁背面の液状化)



写真 3.3.23 小名浜港の被災状況(2)  
(第3埠頭、パラペット部・コンクリート舗装の被災)



写真 3.3.24 小名浜港の被災状況(3)  
(第3埠頭、エプロンの沈下)

2) 小名浜港第5 (-12m)、第6埠頭 (-14m) (図 3.3.4 参照)

第5埠頭はケーソン式耐震強化岸壁でアンローダーが設置されている。第6埠頭はケーソン式岸壁で石炭用アンローダー専用の岸壁である。

第5埠頭1号岸壁で、ケーソンのはらみ出し(20~50cm程度)が観察された(写真 3.3.25)。

また、第5、6埠頭先端護岸のコーナー近くでは、ケーソンが2m程度移動し、その背面の道路が1m程度陥没していた(写真 3.3.26、写真 3.3.27)。



写真 3.3.25 小名浜港の被災状況(4)  
(第5埠頭、ケーソンのはらみ出し)



写真 3.3.26 小名浜港の被災状況(5)  
(第5、6埠頭、ケーソンの移動)



写真 3.3.27 小名浜港の被災状況(6)  
(第5、6埠頭、ケーソン背面の陥没)

#### (4) 茨城県

##### 1) 那珂湊漁港

那珂湊漁港の岸壁被災箇所の Google の航空写真を写真 3.3.28 に示す。ここは、那珂川左岸の開口部奥に位置する。

写真 3.3.29 は、写真 3.3.24 左下側から撮影したはらみ出し岸壁の全景である。背面の舗装部分は水没しており、津波によって裏込め部が洗い出されたと推察される。

写真 3.3.30 は、写真 3.3.28 上中央の建屋横から船舶係留付近の上部工を撮影した写真である。上部工が傾斜し、目地部も開いていた。

岸壁の陸側と海側の拡大写真を写真 3.3.31、写真 3.3.32 に示す。これらの写真によると、本岸壁は、上部工が H 形鋼で支持され、前面の鋼矢板とも一体化された特殊な構造のようである。



写真 3.3.28 那珂湊漁港の被災状況(1)



写真 3.3.29 那珂湊漁港の被災状況(2)  
(岸壁はらみ出し、裏込め部洗い出し)



写真 3.3.30 那珂湊漁港の被災状況(3)  
(岸壁の傾斜)



写真 3.3.31 那珂湊漁港の被災状況(4)  
(岸壁 陸側の拡大写真、H 形鋼)



写真 3.3.32 那珂湊漁港の被災状況(5)  
(岸壁 海側の拡大写真、鋼矢板)

#### 3.3.4 今後の課題と取り組み

今回の地震では、全般的には鋼材系の港湾構造物の被災は少なかったが、一部の矢板式岸壁の海側へのはらみ出しや、津波による栈橋床版流失、鋼管式波除堤の倒壊といった事例が見られた。今後、作用した地震動や津波外力との関係を整理して、設計法・耐震性能評価手法との対応の確認を行い、被災原因の究明を進める予定である。

#### 出典

- 1) 国土地理院ホームページ 電子国土 WEB システム版
- 2) 宮城県ホームページ 審議資料 21 石巻漁港広域漁港整備事業（特定）

### 3.4 鋼矢板構造物の被災状況（鋼矢板技術委員会）

#### 3.4.1 全体概要

東北地方太平洋沖地震では、河川堤防や道路盛土等の盛土構造が、液状化等によって沈下や法面崩壊等の被災を受ける事例が、青森県から千葉県までの広範囲にわたって多数発生した。また、海岸堤防の盛土構造が、津波によって崩壊する等の大きな被害も多くみられた。

一方、河川堤防で耐震対策が施されていた箇所（利根川）では、被災が無かったと報告されている<sup>1)</sup>。

この耐震対策のひとつが「鋼矢板」による補強であった。そこで本節では、まず、「河川堤防」に着目し、鋼矢板による耐震補強が施されていた箇所の現地調査を行い、無被災であったことを確認した。また併せて、その近傍の無対策箇所も現地調査し、沈下や法面崩壊等の被災を受けている箇所があることを確認した。一方、鋼矢板を止水等の耐震対策以外の目的で設置している箇所があるが、その効果に関しては、現在、国土交通省等でも検討が行われているようである<sup>1)</sup>。今回の調査では止水矢板設置箇所として、利根川と阿武隈川の現地調査を行ったが、被災箇所と無被災箇所があった。

鋼矢板は河川では、堤防補強以外に、「護岸」として使用されている。この河川護岸の被災事例は少なかったようであるが、横利根川（千葉県・茨城県）では、液状化によって鋼矢板のはらみ出しや沈下が発生していた。一方、液状化が発生した地区のひとつである新木場地区（東京都）の現地調査も実施したが、鋼矢板の変状は認められず、健全であった。

鋼矢板は河川以外に、「道路擁壁」としても使用されている。そこで、青森、岩手、宮城の3県に設置された擁壁を現地調査したところ、被災はほとんど認められず、健全な状態を維持していた。

津波を受ける海岸域で言えば、鋼矢板の代表的な用途は、鋼矢板岸壁や護岸である。これらの被災状況は、3.3 節に記載されているので、そちらを参照されたい。この他に、河口部の導流堤があり、その1例として久慈川河口の状況も3.2 節で紹介されている。そこで、ここでは、3.3 節で取りあげられていない「仮締切り堤」に着目し、岩手県で水門建設のために設置されていた「二重鋼矢板仮締切り堤」2箇所の現地調査を実施した。津波により一部の中詰め土が流出していたものの、鋼矢板に損傷は無く、津波に対して二重鋼矢板締切り堤が強い構造であることを示唆する結果であった。

#### 3.4.2 調査方法

##### (1) 調査の対象

今回実施した1次調査の対象は、前述の通り、「河川堤防」「河川護岸」「道路擁壁」「二重鋼矢板仮締切り堤」とした。

##### (2) 調査の方法

調査対象となる構造物に対して、踏査しながら目視による観察を行い、対象構造物の被災・無被災を確認すると同時に、構造物の変状の状態を調査した。

##### (3) 調査地域と調査日程

震災後3ヶ月程度経過した時点で、現地調査を実施した。調査対象と調査日を表3.4.1に示す。

表 3.4.1 調査地域と調査日

区分	地域(河川名)	調査日
河川堤防	①利根川(千葉県香取市・茨城県神栖市)	平成23年6月22日
	②阿武隈川(岩手県岩沼市)	平成23年6月14日
河川護岸	①横利根川(千葉県香取市)	平成23年6月22日
	②東京都江東区	平成23年6月15日
鋼矢板道路擁壁	①青森県八戸市	平成23年6月3日
	②岩手県盛岡市	平成23年4月25日
	③宮城県美里町	平成23年6月14日
二重鋼矢板 仮締切り堤	①岩手県山田町	平成23年6月12日
	②岩手県釜石市	平成23年6月12日

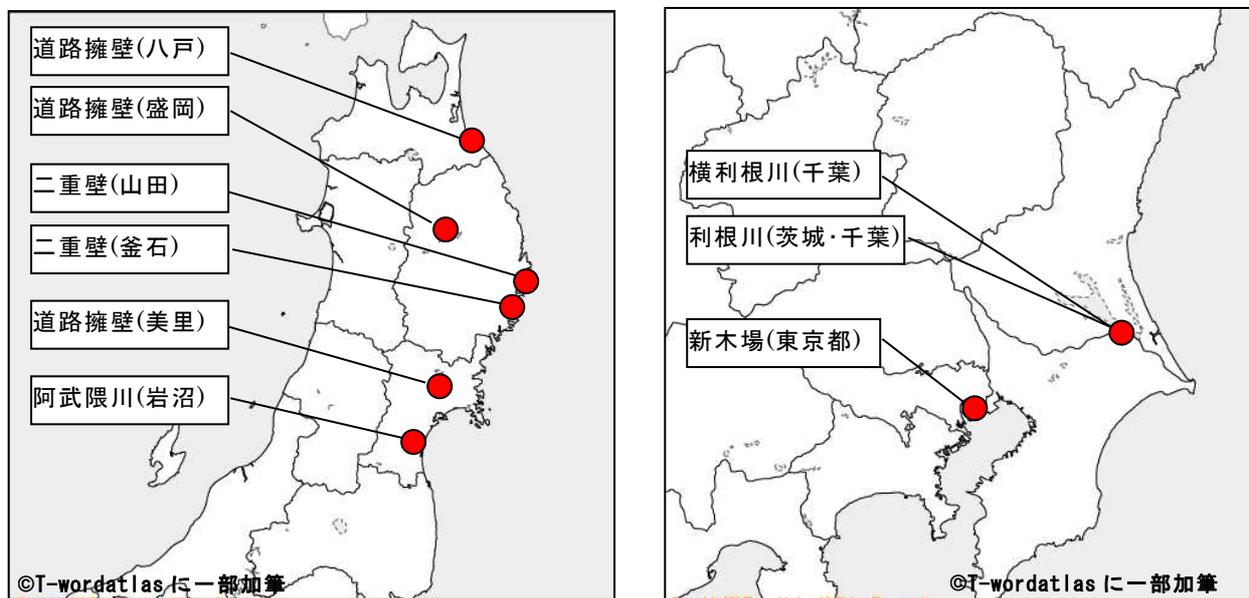


図 3.4.1 調査位置図<sup>2)</sup>

### 3.4.3 調査結果

#### 3.4.3.1 河川堤防

今回の調査対象は、利根川(千葉県・茨城県)、阿武隈川(宮城県)の2河川である。

##### (1) 利根川

利根川は、大水上山(群馬県)を水源とし、茨城県を中心に1都6県を流域とした一級河川(延長:322km、流域面積:16,840km<sup>2</sup>)である。

現地調査は図3.4.2に示したように、河口部より18.5~41kmまでの区間とし、耐震対策区間、止



図 3.4.2 利根川調査位置<sup>3)</sup>

水矢板区間、無対策区間を各々調査した。当該地域は震度 5 強を観測した地域である。

### ①耐震対策区間

利根川では耐震対策区間が 2 箇所あった。河口部より 27.75～28.0km の右岸では、グラベルドレーンが施工されており、堤体の沈下や法面崩壊等の被災は発生していなかった。

河口部より 33.25～33.5 km の左岸では、法尻に鋼矢板が施工されている。写真 3.4.1 に示すように、当該区間も地震による被災は発生しておらず、健全性を保持していた。



写真 3.4.1 利根川左岸 33.25km 近傍  
(耐震対策区間、無被災)

### ②止水矢板区間

河口部より 18.5～41km までの区間において、止水矢板と想定される矢板が設置され、被災を受けた箇所を、国土交通省 第 1 回河川堤防耐震対策緊急検討委員会 資料<sup>3)</sup>から抽出し、現地を確認した。

前述の鋼矢板による耐震対策が施されていた左岸 33.25km 近傍に近い、32.25km 近傍の状況を写真 3.4.2 に示す。6 月 22 日の調査時点では既に、堤体天端および、法面（堤外側）の応急復旧が行われていた。



写真 3.4.2 利根川左岸 32.25km 近傍  
(止水矢板区間、応急復旧後)

この他、図 3.4.2 に止水矢板区間と記載した 2 箇所（右岸 38.5km、常陸利根川左岸 1～1.5km）でも、堤体の沈下や法面の崩壊が発生しており、応急復旧が行われていた。

なお、今回は被災を受けた箇所のみを抽出して現地調査を行ったが、被災を受けていない箇所もあることが報告されている<sup>1)</sup>。このような止水矢板の設置が耐震性能に及ぼす効果に関しては、現在、国土交通省等で検討が行われているようであり<sup>1)</sup>、当協会としても今後の課題として取り組んでいく予定である。

### ③無対策区間

河口部より 18.5～41km までの区間において、耐震対策が施されておらず、止水矢板等も設置されていない無対策区間で被災を受けた箇所を、国土交通省 第 1 回河川堤防耐震対策緊急検討委員会 資料<sup>1)</sup>から抽出し、現地を確認した。



写真 3.4.3 利根川右岸 39km 近傍  
(無対策区間、応急復旧後)

図 3.4.2 に無対策区間と記載した 4 箇所（左岸 18.5～19km、右岸 27km、右岸 38.75～39.5km、右岸 41km）で、堤体の沈下や法面の崩壊が発生しており、応急復旧が行われていた。写真 3.4.3 に、右岸 39km 近傍の状況を示す。

## (2) 阿武隈川

阿武隈川は、旭岳（福島県）を水源とし、福島県・宮城県を流域とした一級河川（延長：239 km、流域面積：5,390 km<sup>2</sup>）である。河口部に近い止水矢板設置位置を中心に調査した（図 3.4.3）。当該地域は震度 6 弱を観測した地域である。

図 3.4.3 に示す調査地点では、堤内側法尻に止水鋼矢板が設置されている。写真 3.4.4 に示すように、当該区間は無被災で健全性が保たれていた。



図 3.4.3 阿武隈川調査位置<sup>3)</sup>



写真 3.4.4 阿武隈川  
(止水矢板区間、無被災)

### 3.4.3.2 河川護岸

#### (1) 横利根川

横利根川は、千葉県と茨城県の県境に位置する河川で、常陸利根川と利根川を結ぶ全長約 8 km の支流である。河川の合流部にはそれぞれ閘門が設置されている。

河川の構造形式は自立式鋼矢板を主とした河川護岸で、流量は殆どなく、水深は 1.0～1.5m 程度と比較的浅い河川である。

調査地点を図 3.4.4 に示す。河川護岸の背面では液状化による噴砂の痕跡が認められた（写真 3.4.5）。鋼矢板護岸は前面にはらみ出し、護岸背面の堤防盛土は沈下していた（写真 3.4.6）。



図 3.4.4 横利根川調査位置<sup>3)</sup>



写真 3.4.5 横利根川  
(護岸背面の液状化跡)



写真 3.4.6 横利根川  
(鋼矢板のはらみ出し)

## (2) 新木場

荒川河口部と砂町南運河に面した新木場地区（東京都江東区）は、鋼矢板による護岸構造である。当該地域の揺れの強さは震度5弱で、液状化が発生した地区である。

主な調査地点を図 3.4.5 に示す。いずれの護岸においても、鋼矢板のはらみ出し等の変状は認められず、無被災であった。(写真 3.4.7、写真 3.4.8)



図 3.4.5 新木場調査位置<sup>3)</sup>



写真 3.4.7 新木場 護岸  
(調査地点 1、無被災)



写真 3.4.8 新木場 護岸  
(調査地点 2、無被災)

### 3.4.3.3 道路擁壁

今回の調査対象を表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 道路擁壁の調査対象一覧

	地域	工事名	施主	使用鋼矢板	修景方法
①	青森県 八戸市	売市烏沢街路築造 工事	八戸市	Ⅲw、Ⅳw L=9.5~11.5m	場所打ちコ ンクリート
②	岩手県 盛岡市	向中野安部館線上 堂地区道路改良	岩手県	Ⅱw L=7.5~9.5m	重防食
③	宮城県 美里町	小牛田駅東部土地 区画整理事業	小牛田町小牛田駅 東部土地区画整理 事業	Ⅱw 長さ不明	コンクリー トパネル

表 3.4.3 に調査地点の揺れの強さと地震後の状況を、写真 3.4.9、3.4.10 に調査対象①と③の外観状況を示す。外観調査によると、3件とも、鋼矢板擁壁の水平変形、傾斜等の大きな変状は見られず、健全性を保持していた。

表 3.4.3 道路擁壁の調査結果概要

	工事名	調査地点の揺れの強さ	鋼矢板擁壁の地震後の状況
①	売市烏沢街路築造工事	震度 4	無被災
②	向中野安部館線上堂地区道路改良	震度 5 弱	無被災
③	小牛田駅東部土地区画整理事業	震度 6 強	無被災 〔震災との関連は不明であるが、 コンクリートパネル隅角部に僅かに肌隙〕



写真 3.4.9 道路擁壁  
(調査対象①(八戸市)、無被災)



写真 3.4.10 道路擁壁  
(調査対象②(美里町)、無被災)

#### 3.4.3.4 二重鋼矢板仮締切り堤

二重鋼矢板仮締切り堤の調査対象を表3.4.4に示す。

表 3.4.4 二重鋼矢板仮締切り堤の調査対象一覧

	調査施設	構造明細	調査地点の揺れの強さ
①	岩手県下閉伊郡山田町織笠 (織笠川水門工事)	SP-IVw型、VL型 (仮締切 二重壁部)、III型 (仮締切 隔壁部) 長さ不明	震度 5 弱 ～ 5 強
②	岩手県釜石市唐丹町下荒川 (水門工事)	SP-10H×L10.5～13.5m (仮締切部)、SP-III×L12.5m (護岸部) 等	震度 5 強 ～ 6 弱

何れも壊滅的な周辺状況とは対照的に、二重鋼矢板締切り堤はほぼ健全な状態で残っており、鋼矢板による根入れ構造が地震および津波に対して有効であったことが確認できた。各地点における調査結果の概要を以下に示す。

##### (1) 岩手県下閉伊郡山田町織笠 (織笠川水門工事)

本二重鋼矢板締切り堤は、水門の周囲三辺を取り囲む形で設置されている。

写真3.4.11に示すように、二重締切り内部の中詰土は津波により若干洗掘・流出した箇所も見られたが、二重締切り堤の鋼矢板およびタイロッドには損傷が見られなかった。周辺の堤防や構造物は津波により流され壊滅状態であることに対し、本二重締切り堤は構造

形式としてほぼ健全な状態で残っており、根入れ構造により津波にも耐えうる構造であったことが確認できた。

(2) 岩手県釜石市唐丹町下荒川  
(水門工事)

本二重鋼矢板仮締切り堤は、建設中の水門を起点に、水門内側と海側に設置されている。また、護岸部にも二重壁が構築されている。

水門内側の締切り堤は鋼矢板、タイロッドとも健全な状態で維持されていた。水門の内側ということもあり、中詰土の流出もほとんど無かった。

水門より海側の締切り堤についても、一部建設途中で中詰めされていないと思われる部分を除き、写真3.4.12に示すように、鋼矢板およびタイロッドは健全であった。水門内側よりも津波の影響を大きく受けており、中詰土については一様に1m程度洗掘されていた。また、締切り堤の外側の水深を計測したところ、締切り堤の両側で水深に差があることが分かった(写真3.4.12)。津波の影響より、海側の海底面が大きく洗掘されており、少なくとも内・外の差である2m程度の洗掘を受けたことが想定される(内側も洗掘されている場合、外側の洗掘度がさらに大きい可能性も考えられる)。

また、護岸部の二重壁についても健全な状態を維持していた。鋼矢板二重壁 海側  
織笠川水門同様、周辺の構造物はほぼ壊滅状態であり、建設中の水門と二重締切り堤のみが残っているような状態であった。

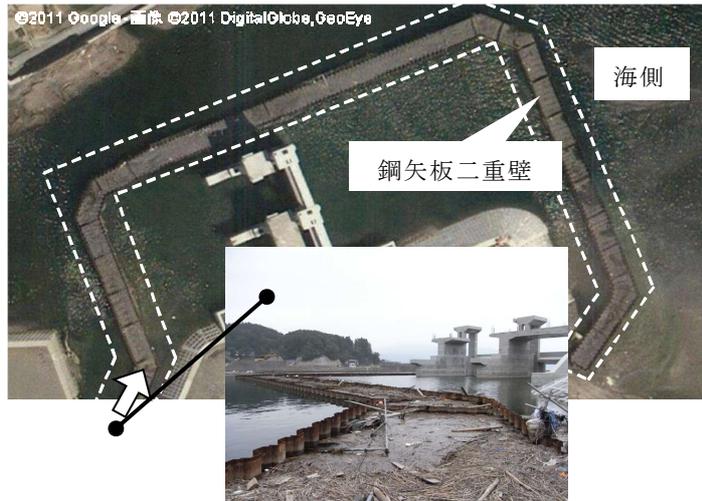


写真 3.4.11 二重鋼矢板仮締切り堤<sup>4)</sup>  
(調査対象①(山田町)、鋼矢板損傷なし)

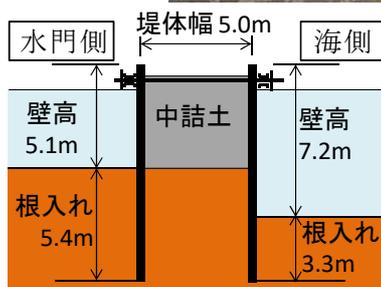


写真 3.4.12 二重鋼矢板仮締切り堤<sup>4)</sup>  
(調査対象②(釜石市)、鋼矢板損傷なし)

#### 3.4.4 今後の課題と取り組み

河川堤防については、国土交通省が主催する「河川堤防耐震対策緊急検討委員会」において種々の検討が進められている。その中では、耐震対策で鋼矢板を設置した箇所が無被災であったことの現地調査の他に、止水矢板等の設置が耐震性能に及ぼす効果についても検討が行われているようである<sup>1)</sup>。

当協会ではまず、耐震対策として設置された鋼矢板の効果を検証すべく、実地盤における解析により効果のメカニズムを明らかにし、最終的にはL2設計法（大規模地震時の設計法）確立の一助となることを目指していく予定である。また、この検討の一環として、止水矢板の場合の耐震効果についても検討を行う。

一方、二重鋼矢板仮締切り堤については、津波に対する効果を解析によっても明らかにし、その有用性を検証していく予定である。

#### 出典

- 1) 国土交通省ホームページ 第1回河川堤防耐震対策緊急検討委員会資料

#### 4. まとめ

鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板が使用された構造物を中心に、道路・鉄道橋基礎、建築基礎、港湾構造物、鋼矢板構造物について主に目視により被災状況を調査した。その第一次調査結果について述べる。

道路・鉄道橋では、津波による橋梁の流出、地震による鉄道橋の橋脚の損傷、道路橋梁取り付け部の盛土の損傷が見られたが、基礎の損傷は軽微であったとみられる。鋼管矢板基礎およびこれまで大きな地震を経験していなかった鋼管杭工法（鋼管ソイルセメント杭、回転杭）の被害状況を重点的に調査したが、いずれも損傷は見られなかった。

建築構造物については、津波による被害は非常に大きかったが、地震動による被害は比較的軽微であったと思われる。調査した鋼管杭基礎が用いられた構造物に損傷は見られなかった。

港湾構造物については、津波による重力式の防波堤・防潮堤の倒壊が多く、壊滅的な被害を受けた港も多かったが、岸壁・護岸の被害は限定的であった。青森から宮城にかけては津波による被害が大きく、栈橋式岸壁の渡版・床版の流出、矢板式岸壁のはらみだしが見られた。鋼管矢板式岸壁の中でははらみ出しが大きく、長期にわたり使用不可能となっているものもあり、今後、被災原因の詳細な調査を行っていく。福島～茨城にかけては液状化による被害が大きく、相馬港、小名浜港、那珂湊漁港では矢板式岸壁が被災し、矢板のはらみだし、控え式構造のタイ材の破断、背後地盤の沈下が見られた。特殊な例としては鋼管式波除堤の倒壊が見られ、詳細な原因究明が必要と考えられる。

鋼矢板構造物については、河川堤防、道路擁壁、二重仮締め切り堤の調査を実施した。堤防の被害は東北～関東の広範囲に渡ったが、鋼矢板による液状化対策実施箇所については無被災であった。また、剛性の低い止水矢板設置区間でも被災が小さかった箇所もあり、鋼矢板を用いた液状化・耐震対策の更なる合理的な評価方法の構築が必要である。また、道路擁壁については調査の結果いずれも健全であった。二重仮締め切り堤は近傍で重力式の防波堤に被害が生じているにもかかわらず、大きな損傷は無く、津波に対して根入れ式構造物が強いことを示唆する結果となった。

今回の地震の被害は東北～関東までの広範囲に及び、短期間での調査に限界があったが、鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板が使用された構造物の健全性、被害状況の概況を把握することができた。今後は、本調査で明らかになった課題について、関係各機関と連携しながら解決することにより、我が国の安全・安心のために貢献していきたいと考えている。

参考資料：調査シート

(1) 道路・鉄道基礎

鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査
調査番号:鋼管矢板基礎①
調査年月日:2011年6月22日
調査施設:宮城県石巻市小船越 新飯野川橋(橋台のみ)
調査地点の揺れの強さ:震度5強(宮城県石巻市大瓜)
橋梁形式:3径間鋼桁橋×2連 橋台(A1・A2):鋼管矢板基礎 橋脚(P1~P5):ケーソン
構造明細:鋼管矢板基礎 φ800×t12×L41,000 N=40set(矩形)/基立上り方式

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋脚・橋台コンクリートのひび割れ等なし(橋台部で一部堤防擁壁との間に隙間あり。
- ・支承部の損傷被害無し、背面堤防部も健全であり段差なし。
- ・橋台前面部の保護コンクリートにひび割れあり。

調査地点



詳細写真2(前面にひび割れ、ゴム支承は健全)



全景写真



詳細写真3(背面アプローチ部との段差、隙間無し)



詳細写真1(P3~5橋脚、基礎変状無し、)



詳細写真4(震災によりP4ピンの支承損傷:補修中)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎②

調査年月日:2011年4月25日

調査施設:宮城県石巻市釜谷葦島 新北上大橋

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県石巻市北上町)

橋梁形式:7径間単純トラス橋 橋台(A1・A2)、橋脚(P1~P5):ケーソン、P6:鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎  $\phi 800 \times t12 \times L32,000$  N=26set(矩形)/基立上り方式

#### 被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし(上部トラスが流失したのとは反対側の橋台から一つ目の橋脚基礎のみ)。
- ・津波により上部トラス橋が流失。
- ・残存する上部トラス橋も変形大。
- ・両岸とも河川堤防は決壊、背面盛土も流失。

#### 調査地点



#### 詳細写真2(P6:トラス部には津波被害、基礎変状無し)



#### 全景写真



#### 詳細写真3(河川堤防決壊)



#### 詳細写真1(上部トラス流失)



#### 詳細写真4(流された上部トラスの残骸)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎③

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:宮城県東松島市矢本町鳴瀬 新小野橋

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県東松島市小野)

橋梁形式:6径間鋼桁橋 橋台、橋脚:鋼管矢板基礎1基のみ、他直接基礎

構造明細:鋼管矢板基礎  $\phi 812.8 \times t12 \times L18,000$  N=不明set/基 脚付き型

### 被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋脚部は耐震補強済み。橋脚・橋台部コンクリートのひび割れ等なし。
- ・橋脚基礎部の地盤面(河川内)において一部洗掘のような状態。
- ・支承部の損傷被害なし、エキスパンド部での段差無し。

### 調査地点



### 詳細写真2(堤体内基礎部下端洗掘?)



### 全景写真



### 詳細写真3(橋台部損傷無し、前面コンクリート損傷無し)



### 詳細写真1(橋脚耐震補強済み、基礎変状無し)



### 詳細写真4(支承部・エキスパンド健全、隙間無し)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎④

調査年月日:2011年6月8日

調査施設:宮城県大崎市古川小野 東北新幹線小野地区高架橋

調査地点の揺れの強さ:震度6強(宮城県大崎市古川北町)

橋梁形式:PC連続桁橋梁 鋼管矢板基礎12基

構造明細:φ800×L19.5m×28本/基 円形 立上がり方式(打撃工法)

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし(低速で新幹線走行)。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等の変状なし。
- ・橋脚周辺のフェンスは変状していた。
- ・桁架違い部の排水管(塩ビ管)損傷有り。また、桁の両端部隙間が微妙に異なる。

調査地点



詳細写真2(橋脚周辺の変状なし)



全景写真(低速で新幹線走行)



詳細写真3(排水管(塩ビ管)損傷状況)

(桁架違い部付近)



詳細写真1(橋脚周辺のフェンス変状)



詳細写真4(単径間桁架違い部)

桁架違い部の両端隙間が異なっていた



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑤

調査年月日:2011年6月8日

調査施設:宮城県登米市中田町浅水 米谷大橋

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県登米市中田町)

橋梁形式:2径間鋼桁橋 鋼管矢板基礎 1基

構造明細:φ1016×L32.7m×36本 小判型 仮締切り兼用方式 (中掘最終打撃工法)

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋台壁近傍の堤防法面にひび割れあり。
- ・支承部の変状なし。
- ・桁、床版の損傷無し。

調査地点



詳細写真2(支承部変状なし)



全景写真



詳細写真3(橋台壁近傍の堤防法面ひび割れ)



詳細写真1(橋脚変状無し)



詳細写真4(桁、床版の損傷無し)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑥

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:宮城県松島町磯崎 磯崎漁港橋梁

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県松島市高城)

橋梁形式:3径間PC桁橋 橋台(A1・A2):鋼管矢板基礎 橋脚(P1~P3):鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎  $\phi 1,000 \times t14 \times L31,500$ (橋台) N=48set(矩形)/基、14,000(橋脚) N=42set(矩形)/基

### 被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋脚・橋台コンクリートのひび割れ等なし。
- ・橋台部の岸壁ははらみ出し、沈下。
- ・支承部・エキスパンド損傷無し、但し取付け盛土の沈下により若干うねり。

### 調査地点



### 詳細写真2(橋台支承部健全、盛土擁壁にひび割れ)



### 全景写真



### 詳細写真3(取付部のうねり、エキスパンド健全)



### 詳細写真1(P2橋脚、基礎変状無し)



### 詳細写真4(岸壁ははらみだし、沈下)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑦

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:宮城県仙台市泉区 七北田川橋(P44、P45)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県仙台市仙台泉区将監)

橋梁形式:3径間PC桁橋 両側橋脚:場所打杭基礎 橋脚(P44・P45):鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎  $\phi 1,000 \times t12 \times L24,500$  N=60set(小判形)/基

#### 被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・P44,P45橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部においても液状化、隙間等の変状なし。
- ・支承部の損傷被害なし、連続高架部の段差なし。

#### 調査地点



#### 詳細写真2 (P45、基礎・橋脚変状無し)



#### 全景写真



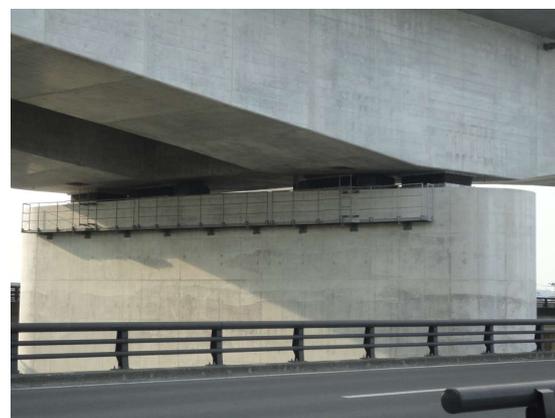
#### 詳細写真3 (P43側損傷無し)



#### 詳細写真1 (P44、基礎・橋脚変状無し)



#### 詳細写真4 (P44支承部損傷無し)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑧

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:宮城県石巻市鹿又 新天王橋(P1、P2、P3)

調査地点の揺れの強さ:震度5強(宮城県石巻市大爪)

橋梁形式:5径間鋼箱桁橋 橋台(A1・A2・P4):場所打杭基礎 橋脚(P1~P3):鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎  $\phi 1200 \times t14 \times L49,500$  N=28set(円形)/基 脚付き型

#### 被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等の変状なし。
- ・支承部の損傷被害なし、背面盛土も健全ではあるが、橋台と擁壁の境目に目開き有り。

#### 調査地点



#### 詳細写真2(P1橋脚、支承部変状無し)



#### 全景写真



#### 詳細写真3(P3橋脚・基礎・下端部変状無し)



#### 詳細写真1(P1~3橋脚基礎変状無し)



#### 詳細写真4(A2:CCP前面はらみ出し、擁壁部隙間)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑨

調査年月日:2011年6月9日

調査施設:宮城県柴田郡柴田町船岡 さくら船岡大橋 (PA7、PA8)

調査地点の揺れの強さ:震度5強(宮城県柴田町船岡)

橋梁形式:鋼連続箱桁橋

構造明細:鋼管矢板基礎 φ800×t9×L28.5~30.5m 基礎外径7.5m(円形)

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・支承部の損傷被害なし、背面盛土の崩壊により段差あり。

調査地点



詳細写真2(橋台付近)



全景写真



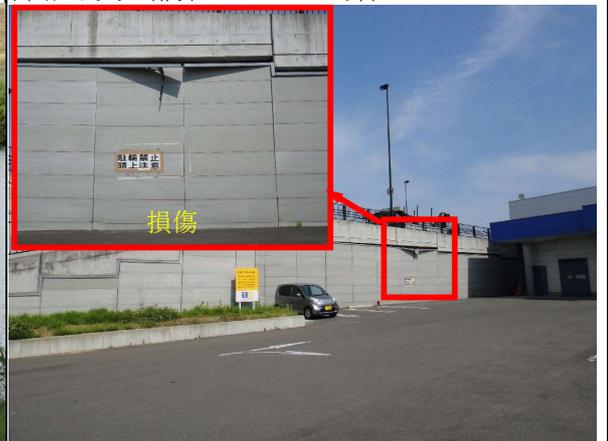
詳細写真3(中間の昇降用階段)



詳細写真1(橋脚)



詳細写真4(橋台アプローチ部)





鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎①-1

調査年月日:2011年6月21日

調査施設:茨城県行方市～鉾田市 鹿行大橋(A2、P3、P4、P5)

調査地点の揺れの強さ:震度4(茨城県鉾田市汲上)

橋梁形式:複数径間鋼板桁橋 橋脚:鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎 橋脚φ1000×t12~t16×約40m×28本

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。上部工は東部のみ施工済み、西部は施工中。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・東部橋台下部、護岸との隙間約50cm。
- ・東部ゴム支承5cm橋中心方向へ変形。

調査地点



全景写真1(北浦東側より)



全景写真2(北浦東側より)



詳細写真1  
東部橋台  
下部最大  
50cm隙間  
あり  
(護岸はらみ  
だしか?)



全景写真3(西部より)



詳細写真2(東側ゴム支承約5cm中心方向へ変形)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:鋼管矢板基礎①-2  
 調査年月日:2011年6月21日  
 調査施設:茨城県行方市～銚田市 鹿行大橋旧橋 基礎パイルベント方式  
 調査地点の揺れの強さ:震度4(茨城県銚田市扱上)  
 橋梁形式:12or13径間PC桁橋 橋脚:鋼管杭パイルベント基礎  
 構造明細:鋼管杭 詳細不明

被災概要  
 ・中央部桁落下。  
 ・パイルベント基礎が南北に移動、一部南側に傾斜。  
 ・橋台背面液状化、沈下約1m。



詳細写真5(西側より落橋部を望む)



詳細写真6(東側より西側橋部を望む、橋台背面沈下)



詳細写真7(落橋箇所拡大、旧橋東側より 橋脚南方向に傾斜?)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑫

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:宮城県石巻市河北町蛇田 曾波神大橋(P9、P10、P11)

調査地点の揺れの強さ:震度5強(宮城県石巻市大爪)

橋梁形式:3径間鋼箱桁橋 橋台(A1・A2):場所打杭基礎 橋脚(P9~P11):鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎  $\phi 1,000 \times t12 \times L49,000$  N=30set(円形)/基

#### 被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等(洗掘防止措置)の変状なし。
- ・P9前後で多主桁から箱桁形式に移行するが、P9支承部に損傷なし。

#### 調査地点



#### 詳細写真2(P10橋脚コンクリート変状無し)



#### 全景写真



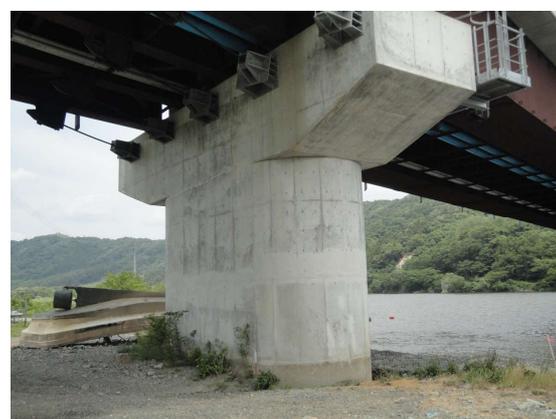
#### 詳細写真3(P9下端部状況)



#### 詳細写真1(P9~11橋脚、基礎部に変状無し)



#### 詳細写真4(P9支承部損傷無し)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑬

調査年月日:2011年4月26日

調査施設:岩手県大船渡市赤崎町 川口橋

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(岩手県大船渡市大船渡町)

橋梁形式:3径間鋼桁橋 橋台(A1・A2)、(P1・P2):鋼管矢板基礎

構造明細:鋼管矢板基礎 φ1,000×t12×L27,500 橋台N=30set(小判形)/基、橋脚N=26set(円形)/基

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし(A1、A2、P1、P2)。
- ・津波により橋梁付属物である照明柱、欄干、雨水排水用桶は被害大。
- ・両岸とも河川堤防はコンクリートもたれ壁構造であるが、河川内にずり落ちるように被災。

調査地点



詳細写真2(津波により欄干、証明柱等損傷大)



全景写真



詳細写真3(背面盛土、もたれ壁河川側に崩壊)



詳細写真1(P1,P2:桁に津波残骸あるが、変状無し)



詳細写真4(桁端部の損傷無し)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管矢板基礎⑭

調査年月日:2011年6月8日

調査施設:宮城県登米市東和町米谷 新米谷大橋(P2、P3) 三陸自動車道

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県登米市東和町)

橋梁形式:4径間鋼桁橋 鋼管矢板基礎 渡河部P2、P3

構造明細:φ1000×L35m×28本/基 仮締切り兼用方式(打撃工法)

被災概要

- ・鋼管矢板基礎の被災なし(車両走行中)。
- ・橋台背面部補強土壁は損傷あり(橋台基礎は直接基礎)。

調査地点



詳細写真2(橋台背面の補強土壁全景)



全景写真(この先の堤防内は進入不可)



詳細写真3(補強土壁天端壁目地部損傷)



詳細写真1(基礎変状無し。車両走行中。)



詳細写真4(補強土壁損傷。小写真は損傷部拡大)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管ソイルセメント杭①

調査年月日:2011年6月14日

調査施設:福島県いわき市小名浜住吉字浜道～折返地内 磐城バイパス橋梁

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(福島県いわき市小名浜)

橋梁形式:複数径間鋼桁橋 橋脚:鋼管ソイル杭基礎

構造明細:鋼管ソイル杭基礎 杭径φ1000、鋼管径φ800

被災概要

- ・鋼管ソイルセメント杭基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部前面地盤面に地盤変状がみられる。
- ・支承部の損傷被害なし。

調査地点



詳細写真2(橋脚部)



全景写真



詳細写真3(全景)



詳細写真1(基礎変状無し、前面コンクリート変状)



詳細写真4(支承部)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管ソイルセメント杭②

調査年月日:2011年6月8日

調査施設:宮城県登米市富里町字下屋浦地内

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県登米市富里)

橋梁形式:8径間鋼桁橋 橋台2基、橋脚9基鋼管ソイルセメント杭基礎

構造明細:  $\phi 1200/1000 \times L25m \sim 39.5m \times 8 \sim 16$ 本/基

被災概要

- ・鋼管ソイルセメント杭基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等の変状なし。
- ・制震ダンパーの損傷被害なし。
- ・仮設ベントの損傷被害なし。

調査地点



詳細写真2(排水管損傷被害なし)



全景写真(写真内小写真は後方を撮影)



詳細写真3(制震ダンパー損傷被害なし)



詳細写真1(橋脚下端部変状無し)



詳細写真4(ベント部損傷被害なし)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管ソイルセメント杭③

調査年月日:2011年6月9日

調査施設:宮城県仙台市宮城野区福室 鶴ヶ谷仙台港線福室跨線橋

調査地点の揺れの強さ:震度6強(宮城県仙台市宮城野区苦竹)

橋梁形式:3径間+3径間連続PC桁橋

構造明細:鋼管ソイルセメント杭 φ1000/800×L14.5m 14本

被災概要

- ・鋼管ソイルセメント杭基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等の変状なし。
- ・支承部の橋軸方向変形あり。

調査地点



詳細写真2(橋脚全景)



全景写真



詳細写真3(橋脚基部拡大)



詳細写真1



詳細写真4(支承まわり)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管ソイルセメント杭④

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:宮城県東松島市赤井 久保土橋

調査地点の揺れの強さ:震度6強(宮城県東松島市矢本)

橋梁形式:単径間PC桁橋 橋台(A1・A2):鋼管ソイルセメント杭基礎

構造明細:杭基礎 φ1200/1000×L12,000 N=9本(摩擦杭)

### 被災概要

- ・鋼管ソイルセメント杭橋台の被災なし。
- ・支承部の損傷被害なし、桁-翼壁部の隙間はなし(左岸側押込気味)。
- ・橋台部前面の護岸コンクリートは橋台幅で亀裂有り、河川側にすべり出し。
- ・背面裏込め部の沈下により段差あり。

### 調査地点



### 詳細写真2(左岸橋台変状無し、護岸はらみ出し)



### 全景写真



### 詳細写真3(左岸側背面裏込め部沈下)



### 詳細写真1(右岸橋台変状無し、護岸はらみ出し)



### 詳細写真4(背面部の沈下により段差発生)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管ソイルセメント杭⑤

調査年月日:2011年6月9日

調査施設:宮城県柴田郡大河原町大谷地内 大谷跨線橋、白石川橋梁

調査地点の揺れの強さ:震度5強(宮城県柴田町船岡)

橋梁形式:4径間連続合成少数主桁鉸桁鋼橋、4径間連続PRC波形ウェブ箱桁橋(未架設)

構造明細:鋼管ソイルセメント杭

被災概要

- ・鋼管ソイルセメント杭基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等の変状なし。
- ・支承部が橋軸方向に変形。

調査地点



詳細写真2(橋脚基部)



全景写真



詳細写真3(渡河部)



詳細写真1(橋脚全景)



詳細写真4(橋台支承部)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:鋼管ソイルセメント杭⑥

調査年月日:2011年6月8日

調査施設:宮城県大崎市古川馬寄、東田、李埴地区下部工 (橋梁部施工済、アプローチ部施工未)

調査地点の揺れの強さ:震度6強(宮城県大崎市古川北町)

橋梁形式:5径間鋼桁橋 橋台2基、橋脚4基鋼管ソイルセメント杭

構造明細:φ1200/1000×L13.5~14m

### 被災概要

- ・鋼管ソイルセメント杭基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリート、橋台コンクリートのひび割れ等なし。
- ・橋台背面盛土表層地盤に微少な割れがみられるも特に変状なし。
- ・支承部の損傷被害なし。
- ・橋台の前面地盤の変状なし。

### 調査地点



### 詳細写真2(橋台背面側表層割れはあるも特に変状なし)



### 全景写真(小写真は、対岸側から撮影)



### 詳細写真3(支承部変状なし)



### 詳細写真1(高水敷部橋脚変状なし)



### 詳細写真4(橋台前面地盤変状なし)



調査番号:回転杭①

調査年月日:2011年6月9日

調査施設:宮城県登米市津山町柳津、富里町中谷

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県登米市中田町)

橋梁形式:水門基礎 回転杭基礎

構造明細:φ400~900×63~64m

被災概要

- ・回転杭基礎の被災なし。
- ・水門壁他コンクリートのひび割れ等なし。
- ・高欄、エキスパンションの変状なし。

調査地点



詳細写真2(脇谷水門橋)



全景写真(調査地点①の北側:鵜波水門)  
進入禁止のため、細部調査できず



詳細写真3(脇谷水門橋高欄、エキスパンション)



全景写真(調査地点①の南側:脇谷水門)



詳細写真4(脇谷水門壁変状なし)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 道路・鉄道技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:回転杭②

調査年月日:2011年6月9日

調査施設:宮城県名取市下増田南原 仙台空港アクセス鉄道(地下部)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(宮城県登米市中田町)

橋梁形式:カルバート

構造明細:回転杭(鋼管杭)

被災概要

・回転杭基礎の被災なし。

調査地点



詳細写真2



全景写真



詳細写真3



詳細写真1



詳細写真4



調査番号:回転杭③

調査年月日:2011年6月14日

調査施設:福島県いわき市泉町下川宮の下 宮ノ下高架橋

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(福島県いわき市小名浜)

橋梁形式:複数径間鋼桁橋 橋脚:回転杭基礎

構造明細:回転杭基礎 詳細不明

被災概要

- ・回転杭基礎の被災なし。
- ・橋脚コンクリートのひび割れ等なし。
- ・基礎部地盤面においても液状化、隙間等の変状なし。周辺道路路面には液状化痕跡あり。
- ・支承部の損傷被害なし

調査地点



全景写真



詳細写真1(高架橋周辺)



詳細写真2(橋梁周辺 液状化発生箇所)



詳細写真3(基礎部変状無し)



詳細写真4(支承部)



(2) 建築基礎

鋼管杭・鋼矢板技術協会 建築基礎技術委員会 東北地方太平洋沖地震 震災1次調査
調査番号:①遊戯施設
調査年月日:2011年6月16日
調査施設:石巻市内 複合娯楽施設
調査地点の揺れの強さ:震度6弱(石巻市北上町)
杭工法:中掘り根固め工法
杭明細:φ800~1000×75m

被災概要

- ・津波が旧北上川を遡上したことにより氾濫。
- ・付近の住宅等の状況から判断して、津波の波圧は直接受けていない模様。
- ・外壁部の痕跡から1~1.5m程度冠水した模様であるが、構造躯体に損傷なし。



鋼管杭・鋼矢板技術協会 建築基礎技術委員会 東北地方太平洋沖地震 震災1次調査

調査番号:②飼料工場

調査年月日:2011年6月16日

調査施設:石巻市内 飼料工場

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(石巻市北上町)

杭工法:中掘り根固め工法

杭明細:φ600~800×54m

被災概要

- ・津波により約3.5m冠水(事業者 発表情報)。
- ・津波の波圧を受けた模様であるが、外壁部の一部破損はみられるものの、構造躯体の損傷はない。
- ・津波流入方向背面の倉庫(近接構造物)の被災状況に比較して、全般に被災は少ない。

全景写真



詳細写真



調査地点



(C) Yahoo Japan, (C) ZENRIN

(近接構造物他)



被災前航空写真



(C) PASCO

被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 建築基礎技術委員会 東北地方太平洋沖地震 震災1次調査

調査番号:③原料サイロ

調査年月日:2011年6月16日

調査施設:石巻市内 飼料用原料サイロ

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(石巻市北上町)

杭工法:中掘り根固め工法, 回転杭工法

杭明細: φ 600~800×54m, φ 406.4~508.0×53m

被災概要

- ・津波により約 3.5m 冠水(隣接工場 発表情報)。
- ・津波の波圧を受けた模様であるが、外壁部の破損, 構造躯体の損傷はない。
- ・事務所棟が被災甚大(内部全壊)であるのに対し、サイロ部は被災なし。

全景写真



詳細写真



調査地点



(C) Yahoo Japan, (C) ZENRIN

(近接構造物他)



被災前航空写真



(C) PASCO

被災後航空写真



©2011 Google - 提供 ©2011 Gmes/Spot Image, DigitalGlobe, GeoEye, 地図データ © ZENRIN

(3) 港湾構造物

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査
調査番号:青森～岩手①
調査年月日:2011年6月16日 14時30分～
調査施設:久慈漁港
調査地点の揺れの強さ:震度5弱
構造形式:鋼矢板護岸、鋼管杭棧橋
構造明細:詳細不明

被災概要

- ・鋼矢板護岸の上部工が一部崩壊。
- ・前出し棧橋との渡り板の多くが飛散。
- ・魚市場前の旧護岸(ブロック式直立堤?)の一部がはらみ出し。
- ・杭式棧橋岸壁は無被災(RFPカバーは震災前に外れていたか?)。

全景写真



詳細写真



調査地点



(近接他構造)



被災前航空写真

※写真古く震災直前の状況不明



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:青森～岩手②

調査年月日:2011年6月16日 15時30分～

調査施設:久慈川河口 導流堤

調査地点の揺れの強さ:震度5弱

構造形式:控え式鋼矢板

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・震災による被害無し。
- ・鋼矢板重防食の耐久性を超えた使われ方。

全景写真

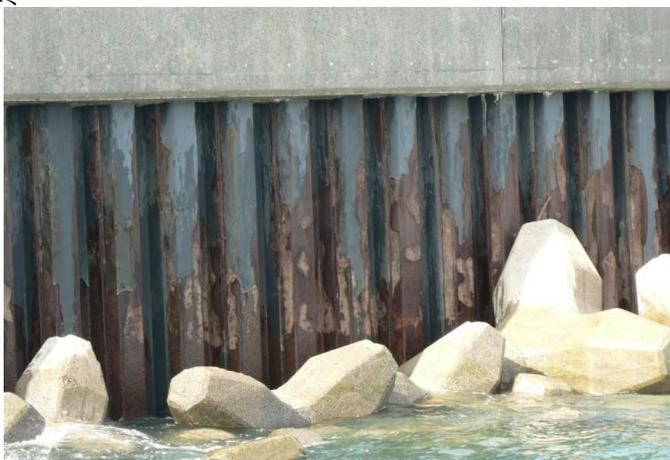
※被災なし



調査地点



詳細写真



日頃よりの波の影響で重防食が剥がれている

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:青森～岩手③

調査年月日:2011年6月16日 16時5分～

調査施設:八木港(八木北港)

調査地点の揺れの強さ:震度4(岩手洋野町種市)

構造形式:RCケーソン

構造明細:詳細不明

被災概要

・護岸上部ブロックが一部区間損壊。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:青森～岩手④

調査年月日:2011年6月17日 8時20分～

調査施設:築港街第一埠頭周辺

調査地点の揺れの強さ:震度4(湊町)

構造形式:控え式鋼矢板

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・地震、津波による構造被害は見られない。
- ・腐食劣化が著しく、穴あきが多くみられる。

全景写真  
(被災無し)



詳細写真



調査地点



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:青森～岩手⑤

調査年月日:2011年6月17日

調査施設:八戸港 新湊

調査地点の揺れの強さ:震度4(湊町)

構造形式:RCブロック、鋼管杭栈橋

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・鋼管杭栈橋被災なし。
- ・埠頭先端消波型直立堤ブロックの上部ブロックが一部区間浮き上がり散乱。

全景写真



詳細写真



調査地点



(近接他構造) 西側埠頭の前出し栈橋:無被害



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:青森～岩手⑥

調査年月日:2011年6月17日 9時30分～

調査施設:八戸港 川目

調査地点の揺れの強さ:震度5弱(内丸)

構造形式:控え式鋼矢板

構造明細:詳細不明

被災概要

・鋼矢板岸壁の一部ではらみだし発生。

全景写真



控え式鋼矢板岸壁  
このみ損傷。

調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:青森～岩手⑦  
 調査年月日:2011年6月17日 10時～  
 調査施設:八戸港 河原木  
 調査地点の揺れの強さ:震度5弱(内丸)  
 構造形式:RCケーソン  
 構造明細:詳細不明

被災概要  
 ・岸壁(ケーソン)エプロン陥没(調査時は概ね復旧済み)。  
 ・防波堤の半壊。



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:宮城～福島北部①

調査年月日:2011年6月17日 12時頃

調査施設:相馬港第1埠頭 太平洋セメント横

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(相馬市中村)

構造形式:控え組杭式鋼矢板岸壁

構造明細:詳細不明

[被災概要]

- ・鋼矢板岸壁の海側へのはらみだし(防食なし, 上部工の鉄筋も少ない)。
- ・ワイヤー破断(2mピッチ), 鋼矢板爪の離脱(海中部は確認できず), 腹起は陸側無し, 海側も無い?

[被災メカニズムの推定]

①ワイヤー切断, ②海側へ変形, ③背後吸い出し 爪の離脱は地震後か津波後か不明

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



(C) AAS & NNK  
(C) Yahoo Japan

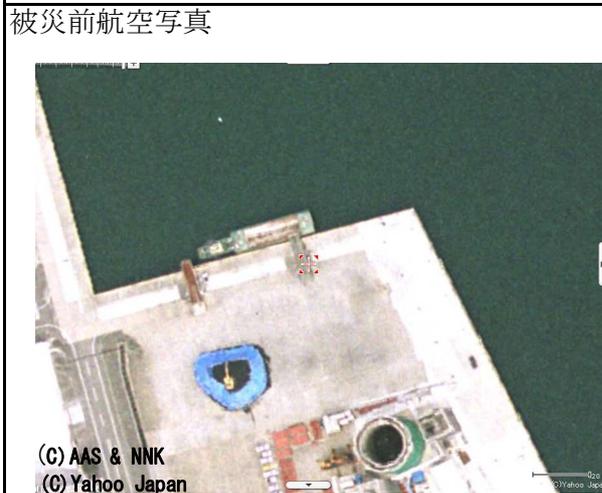
被災後航空写真



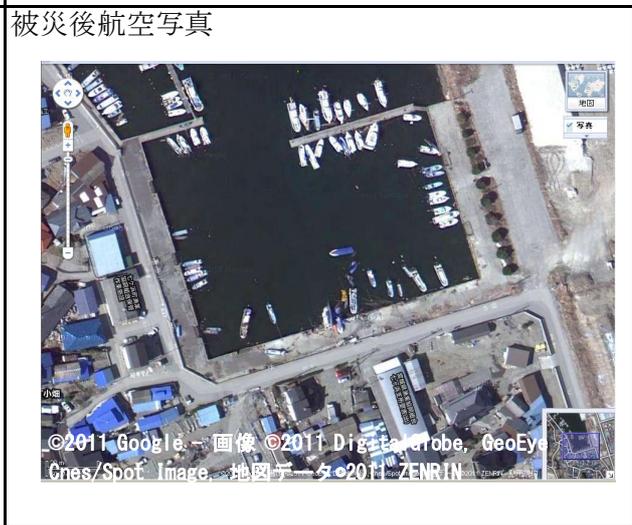
©2011 Google - 地図データ©2011 ZENRIN,  
画像©2011 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, GeoEye

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:宮城～福島北部②  
 調査年月日:2011年6月17日 12時頃  
 調査施設:相馬港第1埠頭 北側隅角部  
 調査地点の揺れの強さ:震度6弱(相馬市中村)  
 構造形式:控え組杭式鋼矢板岸壁  
 構造明細:詳細不明

[被災概要]  
 ・鋼矢板岸壁(北側隅角部)の海側へのはらみだし。鋼矢板には防食無く、一部破断。  
 ・鋼矢板岸壁(東側隅角部)は控え組杭式。タイワイヤー破断箇所あるがはらみだしは小さい。  
 ・隣接のブロック式はブロック背後エプロン部の沈下はあるものの、被害軽微。  
 [被災メカニズム(北側隅角部)の推定]  
 ①ワイヤー破断 ②海側へはらみ出し ③背後地盤の吸い出し



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査
調査番号:宮城～福島北部③
調査年月日:2011年6月17日 17時頃
調査施設:塩竈港要害
調査地点の揺れの強さ:震度6弱(相馬市中村)
構造形式:カーテンウォール式波除堤
構造明細:前面側 鋼管杭 φ500×t12.7×L=17.5～23.5 c.t.c 5m 斜杭側 鋼管杭 φ500×t12.7×L=18.5～25.0 c.t.c 5m
被災概要 <ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管式防波堤(波除)であるが被災状況は未確認(潮が高いため)。</li> <li>・背後の護岸部分は陥没など地震による被災あり。</li> </ul>



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:宮城～福島北部④

調査年月日:2011年6月17日 17時頃

調査施設:塩竈港魚市場横

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(相馬市中村)

構造形式:鋼矢板岸壁らしいが詳細不明

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・矢板式岸壁らしいが未確認(潮が高いため). 背後地は全体的に沈下, 陥没箇所あり.
- ・一部, 法線に乱れあり.

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:宮城～福島北部⑤

調査年月日:2011年6月18日 11時頃

調査施設:気仙沼港 魚市場横

調査地点の揺れの強さ:震度5強(気仙沼市笹が陣)

構造形式:直杭式横棧橋

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・棧橋床版部流出
- ・海側2列と背後の3列目は別構造(標高が高い)。
- ・1列目は水没?, 2列目は杭頭部にRCが残っている。
- ・3列目の鋼管のみでパイルキャップが残っているものもある。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:宮城～福島北部⑥

調査年月日:2011年6月18日 11時頃

調査施設:気仙沼港 気仙沼清港会横

調査地点の揺れの強さ:震度5強(気仙沼市笹が陣)

構造形式:詳細不明(前面は直杭式横棧橋で土留め構造は控え直杭式鋼矢板壁か)

構造明細:詳細不明

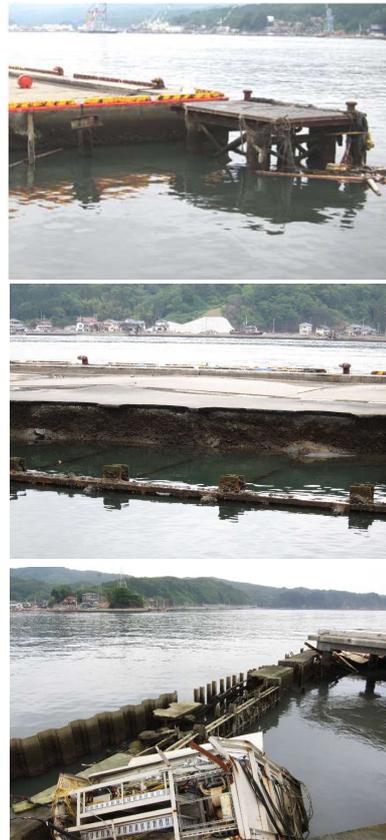
被災概要

- ・岸壁前面の一部で海側へはらみだし。
- ・海側は棧橋、土留め部が控え直杭の矢板護岸と推定される。
- ・エプロン部の流出、崩壊により控え工が露出。タイロッドの破断はないように見受けられる。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:宮城～福島北部⑦  
 調査年月日:2011年6月18日 11時頃  
 調査施設:気仙沼港 日新興業横  
 調査地点の揺れの強さ:震度5強(気仙沼市笹が陣)  
 構造形式:防潮堤  
 構造明細:上部工:L型コンクリート構造, 基礎:鋼管杭(詳細不明)  
 被災概要  
 ・防潮堤?の上部工が流出。

全景写真



詳細写真



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:宮城～福島北部⑧

調査年月日:2011年6月18日 12時頃

調査施設:気仙沼港 湾奥部の棧橋

調査地点の揺れの強さ:震度5強(気仙沼市笹が陣)

構造形式:直杭式横棧橋

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・土留め部(構造不明)は沈下。渡版(標準サイズで4t)が落下(背後へ飛ばされたものも)。
- ・棧橋は海側へ変形している。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:宮城～福島北部⑨

調査年月日:2011年6月18日 17時頃

調査施設:石巻漁港

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(石巻市門脇)

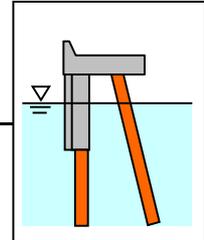
構造形式:カーテンウォール式波除堤

構造明細:前面側 鋼管杭 上杭SKK490 φ700t9×L=17m 下杭SKK400 φ700t7×L=5m c.t.c=5m

斜杭側 鋼管杭 上杭SKK490 φ700t11×L=23m 下杭SKK400 φ700t7×L=2.5m c.t.c=5m

被災概要

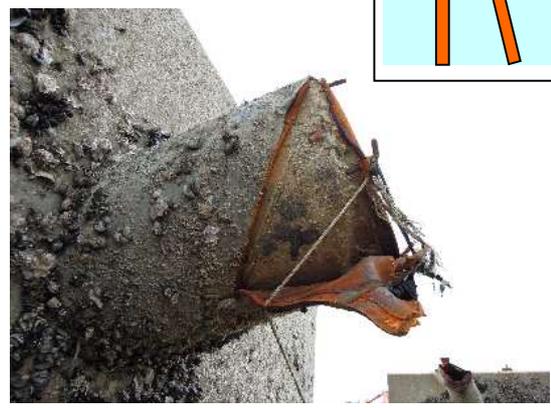
- ・カーテン式防波堤(波除)の鋼管杭が破断(中詰めコンクリート部で破断したのもの)。
- ・鋼管杭はφ700t9, 前面のカーテン側はソケット構造。
- ・背面の斜杭は重防食・中詰めコンクリートあり。



全景写真



詳細写真



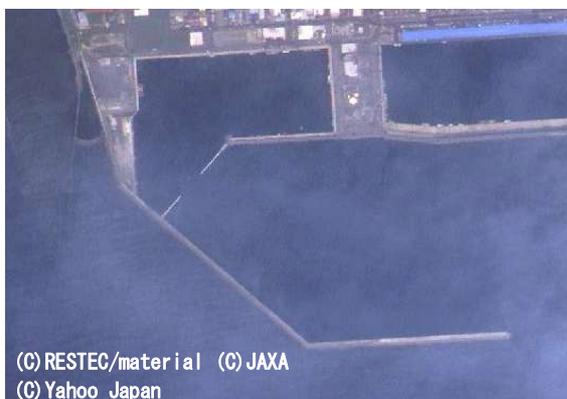
調査地点



©2011 Google - 地図データ©2011 ZENRIN



被災前航空写真



(C) RESTEC/material (C) JAXA  
(C) Yahoo Japan

被災後航空写真



©2011 Google - 画像 ©2011 Cnes/Spot Image,  
DigitalGlobe, GeoEye, 地図データ©2011 ZENRIN

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島①

調査年月日:2011年6月15日 13時頃

調査施設:小名浜港第3埠頭(東側鋼管矢板岸壁-10m)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:鋼管矢板岸壁

構造明細:詳細不明

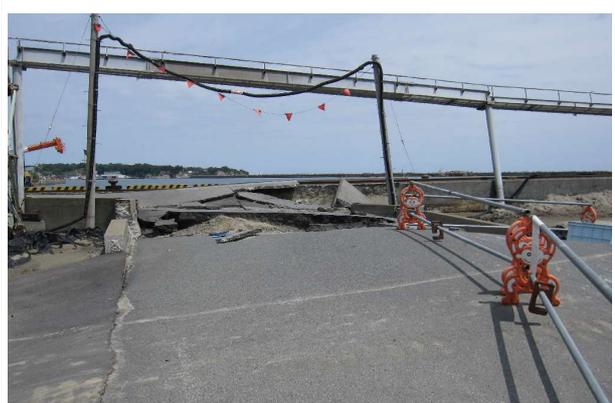
被災概要

- ・石炭用アンローダー陸側レール背後にて1.0m程度の段差発生。
- ・矢板式岸壁(-10m)の海側へのはらみだし。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島②

調査年月日:2011年6月15日 13時頃

調査施設:小名浜港第3埠頭(南側先端矢板護岸)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:鋼管矢板岸壁

構造明細:詳細不明

被災概要

- ・矢板式護岸(-10m)の海側へのはらみだし。
- ・背面地盤の沈降。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



(C) Yahoo Japan, (C) PASC0

被災後航空写真



©2011 Google-画像©2011 GeoEye,  
地図データ©2011 ZENRIN

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島③

調査年月日:2011年6月15日 13時頃

調査施設:小名浜港第3埠頭(西側第4鋼管矢板岸壁-10m)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:控え式(タイロープ)鋼管矢板岸壁

構造明細:鋼管矢板(Φ711.2×t9.5×L27000)、タイロープ(Φ46×L27570)、控え組杭(300H×L23000)

被災概要

- ・鋼管矢板岸壁のはらみだし。
- ・石炭アンローダー岸壁背面エプロン沈下(30cm程度)。

全景写真



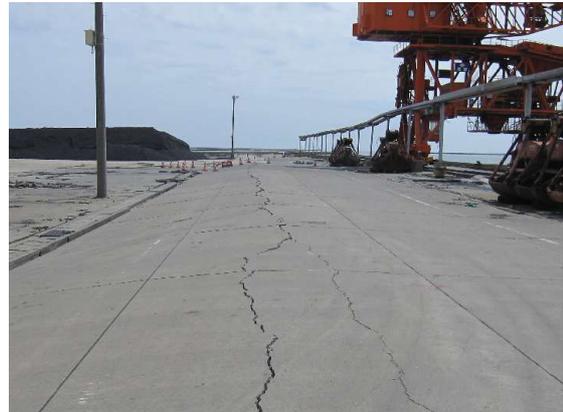
詳細写真



調査地点



(C) Yahoo Japan, (C) ZENRIN



被災前航空写真



(C) Yahoo Japan, (C) PASCQ

被災後航空写真



©2011 Google-画像©2011 GeoEye,  
地図行-©2011 ZENRIN

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島④

調査年月日:2011年6月15日 14時頃

調査施設:小名浜港第4埠頭(東側矢板岸壁)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:矢板岸壁

構造明細:矢板仕様不明

被災概要

・矢板式岸壁の端部破壊。

全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



(C) Yahoo Japan, (C) PASCO

被災後航空写真



©2011 Google-画像©2011 GeoEye,  
地図データ©2011 ZENRIN

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島⑤

調査年月日:2011年6月15日 11時頃

調査施設:小名浜港第5埠頭(耐震強化岸壁)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:重力式ケーソン護岸

構造明細:ケーソン仕様不明

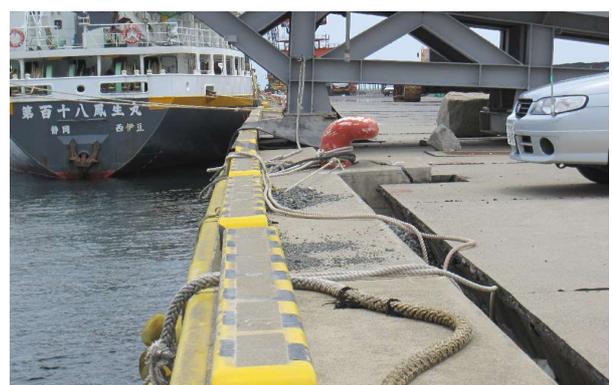
被災概要

・ケーソン岸壁の海側へのはらみだし(最大50cm程度)。

全景写真



詳細写真



調査地点



(近接他構造)



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島⑥

調査年月日:2011年6月15日 11時頃

調査施設:小名浜港第5埠頭・6号埠頭の先端側(南東側)ケーソン護岸

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:重力式ケーソン護岸

構造明細:ケーソン仕様不明

被災概要

- ・ケーソン護岸がほぼ全長に亘って最大約2m程度海側へ移動。
- ・ケーソン背面の道路が1m程度陥没。

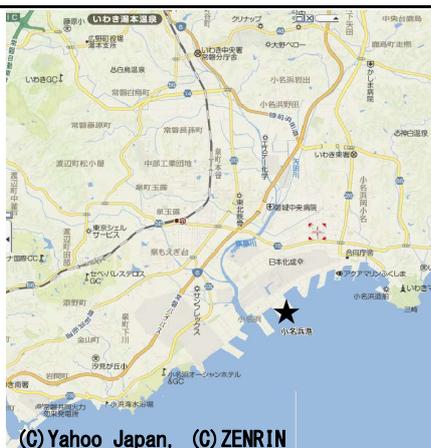
全景写真



詳細写真



調査地点



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島⑦

調査年月日:2011年6月15日 11時頃

調査施設:小名浜港第大剣埠頭(先端ケーソン護岸)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:重力式ケーソン護岸(-10m)

構造明細:ケーソン仕様不明

被災概要

- ・ケーソン護岸(-10m)の海側への孕みだし(50cm程度)。
- ・ケーソン背面の地盤沈下(最大1m程度)。

全景写真



詳細写真



調査地点



(C) Yahoo Japan, (C) ZENRIN



被災前航空写真



(C) Yahoo Japan, (C) PASCO

被災後航空写真



©2011 Google-画像 ©2011 GeoEye,  
地図データ ©2011 ZENRIN

鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島⑧

調査年月日:2011年6月15日 11時頃

調査施設:小名浜港マリーナ浮き棧橋

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:鋼管杭浮き棧橋

構造明細:鋼管杭サイズ不明

被災概要

- ・浮き棧橋消失。
- ・棧橋係留鋼管杭変形。

全景写真



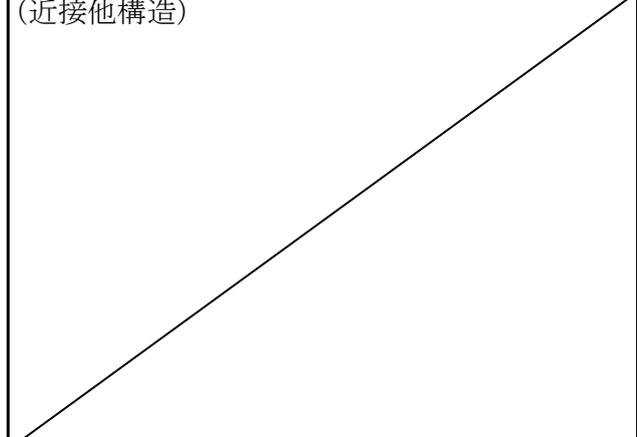
詳細写真



調査地点



(近接他構造)



被災前航空写真



被災後航空写真



鋼管杭・鋼矢板技術協会 港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:福島⑨

調査年月日:2011年6月15日 15時頃

調査施設:中之作漁港

調査地点の揺れの強さ:震度6弱

構造形式:重力式コンクリートブロック防波堤

構造明細:コンクリートブロック詳細不明

被災概要

・コンクリート防波堤の倒壊。

全景写真



詳細写真



調査地点



(C) Yahoo Japan, (C) ZENRIN



被災前航空写真



(C) Yahoo Japan, (C) PASCO

被災後航空写真



©2011 Google-画像©2011 GeoEye,  
地図データ©2011 ZENRIN

鋼管杭・鋼矢板技術協会港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:茨城①

調査年月日:2011年6月21日 10時頃

調査施設:会瀬漁港:全体(防波堤等外郭施設、荷挙げ岸壁)

調査地点の揺れの強さ:震度6強(日立市助川小学校:漁港とは約1.5km陸側)

構造形式:重力式

構造明細:詳細不明

被災概要: 既に片づけ順調の様様。防波堤が円形で港口が南西のため、隣接砂浜or海底土砂が円形の防波堤付け根が砂で埋まった様様。

- ・岸壁:北側で一部欠損も、漁港機能保持。潮位が高く構造不明。
- ・外郭施設:比較的健全。

全体コメント

- ・津波 :海底-砂浜の土砂を巻きあげ襲来。
- ・港内~エプロン:津波の洗礼受もほぼ健全。(後片付け実施中?)

北川防波堤:外向き円形部

- ①外側隅角部の防波堤付け根の内外に土砂
- ②ここを乗り越えた津波が沿岸部に流入
- ③この付近の消波ブロック等一部散乱
- ④エプロン隅角部上 重力式か



鋼管杭・鋼矢板技術協会港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:茨城②  
 調査年月日:2011年6月21日 11時半頃  
 調査施設:日立港区第五埠頭付け根  
 調査地点の揺れの強さ:震度6強  
 構造形式:左右の突堤=(鋼管杭or鋼管矢板)防波堤、岸壁=鋼矢板護岸  
 構造明細:詳細不明  
 被災概要:第一から四埠頭通行禁止。  
 ・矢板岸壁:下記写真では不明(潮位高い)。はらみだしおよび沈下。  
 ・船溜まり入口の突堤:鋼管矢板式?写真左岸側先端が沈下。



鋼管杭・鋼矢板技術協会港湾技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:茨城③

調査年月日:2011年6月21日 14時頃

調査施設:常陸那珂湊漁港

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(東石川)

構造形式:鋼矢板護岸(上部工陸側=H鋼、同海側=鋼矢板)

構造明細:詳細不明

被災概要:那珂川側岸壁奥の岸壁がはらみだし。

・矢板岸壁:旧護岸の前面に鋼矢板打設か。

被災全景写真:防波堤他



孕み出し部背面のH鋼

詳細写真



港湾側の鋼矢板壁

調査地点



(C) Yahoo Japan, (C) ZENRIN

(近接他構造)



H鋼

被災前航空写真



(C) Yahoo Japan, (C) PASCO

被災後航空写真



©2011 Google-画像©2011 Cnes/Spot Image, Digital Earth Technology, DigitalGlobe, GeoEye-

(4) 鋼矢板構造物

鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:河川堤防①-1

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:利根川、常陸利根川(茨城県神栖市～千葉県香取市周辺)

調査地点の揺れの強さ:震度5強 (千葉県香取市)

用途:河川堤防

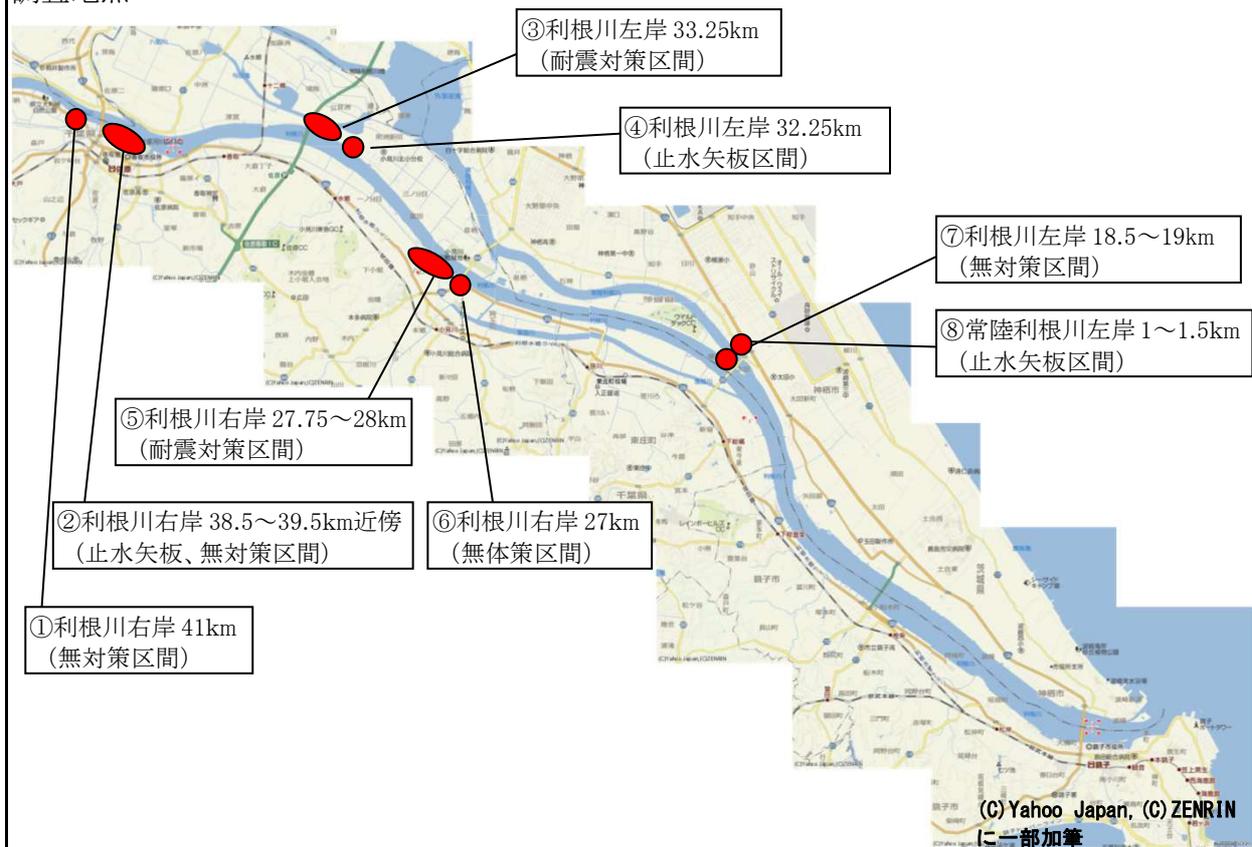
構造形式: 耐震対策矢板(Ⅲ×L=9.5m)<sup>1)</sup>。止水矢板設置区間の鋼矢板型式・長さ不明

被災概要

- ・耐震対策区間(2箇所)は、概ね健全性を保っていた。
- ・無対策区間では沈下、すべり等の痕跡を確認した。被災箇所は応急復旧をほぼ実施済みであった。
- ・止水矢板設置区間は、国土交通省 資料<sup>1)</sup>で被災が報告された箇所に絞って現地を見て、沈下等の痕跡を確認した。

1) 国土交通省 第1回河川堤防耐震対策緊急検討委員会 資料

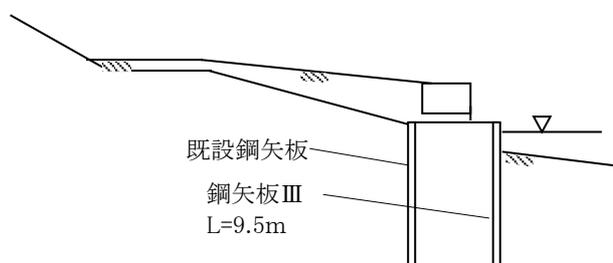
調査地点



詳細写真1 (地点③、耐震対策箇所、被災なし)



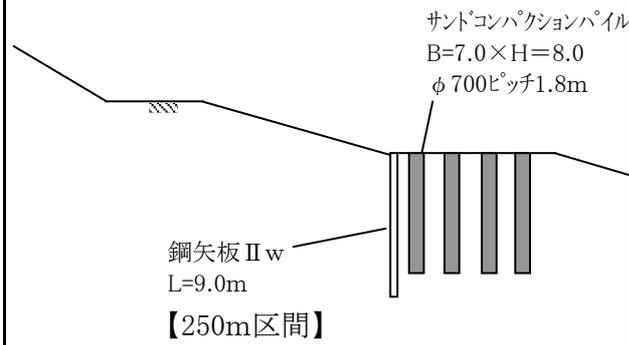
断面図<sup>1)</sup> (地点③、耐震対策箇所)



【390m区間】

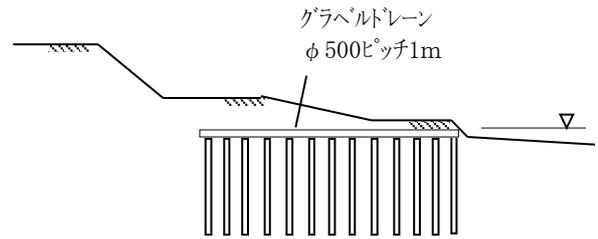
1) 国土交通省 第1回河川堤防耐震対策緊急検討委員会 資料を基に作成

断面図<sup>1)</sup> (地点③、耐震対策箇所)



1) 国土交通省 第1回河川堤防耐震対策緊急検討委員会 資料を基に作成

断面図<sup>1)</sup> (地点⑤、耐震対策箇所)



1) 国土交通省 第1回河川堤防耐震対策緊急検討委員会 資料を基に作成

詳細写真2 (地点④、止水矢板区間、応急復旧済)



詳細写真4 (地点①、無対策箇所、応急復旧済)



詳細写真3 (地点⑤、耐震対策箇所、被災なし)



詳細写真5 (地点②、無対策箇所、応急復旧済)



詳細写真6 (地点②、無対策箇所、応急復旧済)



詳細写真9 (地点⑦、無対策箇所、応急復旧済)



詳細写真7 (地点⑥、無対策箇所、応急復旧済)



詳細写真10 (地点⑧、止水矢板区間、応急復旧済)



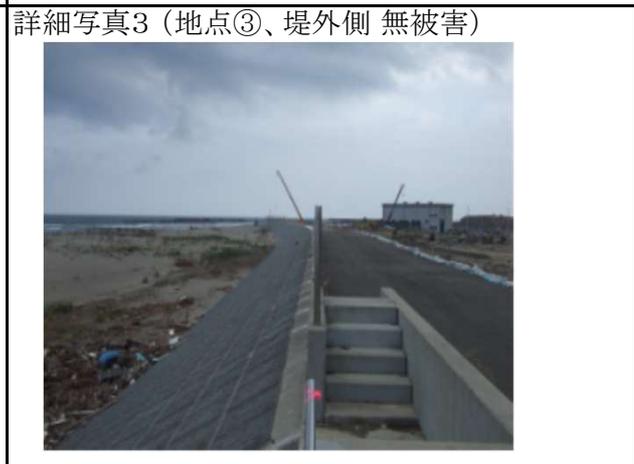
詳細写真8 (地点⑥、無対策箇所、応急復旧済)



詳細写真11 (地点⑧、止水矢板区間、ブロック損傷)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:河川堤防②-1  
 調査年月日:2011年6月14日  
 調査施設:阿武隈川①(宮城県亶理町)  
 調査地点の揺れの強さ:震度6弱(亶理町下小路)  
 用途:河川盛土堤防  
 構造形式: 無対策堤防  
 被災概要  
 ・津波の越流によると思われる 堤内側の崩壊が発生。



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:河川堤防②-2

調査年月日:2011年6月14日

調査施設:阿武隈川②(宮城県岩沼市寺沼)

調査地点の揺れの強さ:震度6弱(亶理町下小路)

用途:河川盛土堤防

構造形式: 無対策堤防

被災概要

- ・堤内側・堤外側とも被災しているようだが、復旧工事が既に終了していたため被災の詳細は不明。
- ・止水鋼矢板の設置計画区間となっていたが、工事未着手の区間と推測される。

調査地点



詳細写真2 (地点②、堤内側 被災(詳細不明))



航空写真



詳細写真3 (地点③、堤外側 被災(詳細不明))



詳細写真1 (地点①、堤外側 被災(詳細不明))



詳細写真4 (地点④、堤内側 被災(詳細不明))



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:河川堤防②-3  
 調査年月日:2011年6月14日  
 調査施設:阿武隈川③(宮城県岩沼市押分)  
 調査地点の揺れの強さ:震度6弱(岩沼市桜)  
 用途:河川盛土堤防  
 構造形式: 止水鋼矢板設置区間(型式・長さ不明)  
 被災概要  
 ・被災なし。  
 ・止水鋼矢板の設置区間(堤外側 のり尻に設置)。

調査地点



詳細写真2 (地点②、堤外側 被災なし)



航空写真



詳細写真3 (地点③、堤内側 被災なし)



詳細写真1 (地点①、堤外側 被災なし)



詳細写真4 (地点④、堤外側 被災なし)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:河川護岸①-1

調査年月日:2011年6月22日

調査施設:横利根川①(千葉県香取市長島周辺)

調査地点の揺れの強さ:震度5強 (千葉県香取市)

用途:河川護岸

構造明細:不明

被災概要

・河川護岸は自立式鋼矢板. 液状化により護岸の傾斜が認められる。

調査地点



詳細写真2 (地点②、護岸盛土沈下)



航空写真



詳細写真3 (地点③、護岸背面の液状化跡)



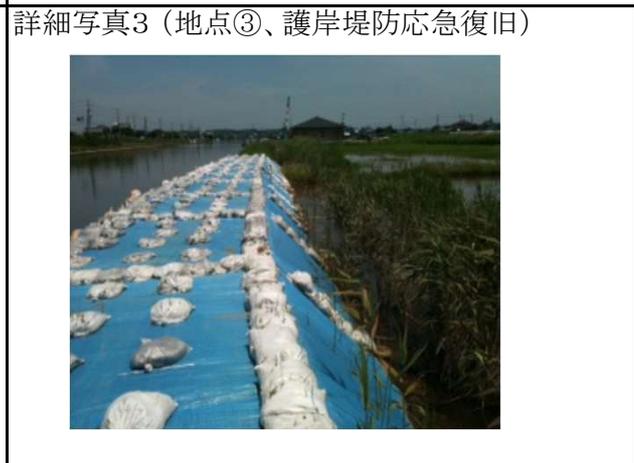
詳細写真1 (地点①、護岸の傾斜)



詳細写真4 (地点④、護岸背面の亀裂)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査  
 調査番号:河川護岸①-2  
 調査年月日:2011年6月22日  
 調査施設:横利根川①(千葉県香取市長島周辺)  
 調査地点の揺れの強さ:震度5強 (千葉県香取市)  
 用途:河川護岸  
 構造明細: 鋼矢板型式・長さ不明  
 被災概要  
 ・河川護岸は自立式鋼矢板. 液状化により護岸の傾斜が認められる。



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:河川護岸②

調査年月日:2011年6月15日

調査施設:東京都江東区

調査地点の揺れの強さ:震度5弱(東京都江東区亀戸)

用途:護岸

構造明細:鋼矢板型式・長さとも不明

被災概要

・被災なし。

調査地点



詳細写真:地点② (被災なし)



詳細写真:地点④ (被災なし)



詳細写真:地点⑧ (被災なし)



詳細写真:地点⑩ (被災なし)



詳細写真:地点⑪ (被災なし)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査

調査番号:二重締切①

調査年月日:2011年6月12日

調査施設:岩手県下閉伊郡山田町織笠(織笠川水門)

調査地点の揺れの強さ:震度5強(山田町大沢)、5弱(山田町八幡町)

用途:二重矢板締切

構造明細:鋼矢板 SP-IVw型(二重壁)、VL型(二重壁)、III型(隔壁) 長さ不明

被災概要

- ・鋼矢板、タイロッドとも損傷なし。中詰土は若干洗掘。
- ・締切内部は津波により流出され、水没。

調査地点



詳細写真1 (地点①、二重壁は損傷なし)



全景写真



詳細写真2 (地点②、締切内部は流出、水没)



被災後航空写真



詳細写真3 (地点③、二重壁は損傷なし)



鋼管杭・鋼矢板技術協会 鋼矢板技術委員会 東北地方太平洋沖地震震災1次調査
調査番号:二重締切②
調査年月日:2011年6月12日
調査施設:岩手県釜石市唐丹町下荒川
調査地点の揺れの強さ:震度6弱(釜石市中妻町)、5強(釜石市只越町)
用途:二重矢板締切
構造明細:鋼矢板 SP-10H×L10.5~13.5m(仮締切部)、SP-III×L12.5m(護岸部) 等
被災概要 <ul style="list-style-type: none"> <li>・水門内部の締切工:鋼矢板、タイロッドとも健全な状態で維持、中詰土もほぼ流出せず(地点①)。</li> <li>・水門より海側の締切工:鋼矢板及びタイロッドは健全。中詰土は1m程度洗掘(地点②)。</li> <li>・護岸部の二重壁:健全な状態を維持(地点③)。</li> </ul>



# 「東日本大震災 1次調査報告書」執筆者名簿

		一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会
岡原美知夫		代表理事
麻生川 学		技術総括委員会 委員長
龍田 昌毅		技術総括委員会 委員
大久保浩弥		技術総括委員会、鋼矢板技術委員会 委員
田中 宏征		技術総括委員会 委員
平田 尚		道路・鉄道技術委員会 委員長
横幕 清		道路・鉄道技術委員会 委員
桑嶋 健		道路・鉄道技術委員会 委員
杉原 宏英		道路・鉄道技術委員会 委員
廣瀬 智治		建築基礎技術委員会 委員長
坂本 俊彦		建築基礎技術委員会 委員
市川 和臣		建築基礎技術委員会 委員
阿部 幸夫		建築基礎技術委員会 委員
塩崎 禎郎		港湾技術委員会 委員長
宮本 孝行		港湾技術委員会 委員
武野 正和		港湾技術委員会 委員
宇佐美俊輔		港湾技術委員会 委員
喜田 浩		港湾技術委員会 委員
大槻 貢		港湾技術委員会 委員
齋藤 勲		鋼矢板技術委員会 委員長
原田 典佳		鋼矢板技術委員会 委員
恩田 邦彦		鋼矢板技術委員会 委員
西山 輝樹		鋼矢板技術委員会 委員
楠本 操		事務局
近藤 佳宏		事務局
吉澤 幸仁		事務局

## 東日本大震災 1次調査報告書

---

平成 23 年 10 月 1 日 第 1 版

発行 一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会  
(震災対応総括チーム)

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 3-2-10  
鉄鋼会館 6 階

☎ 03 (3669) 2437 (代表)  
FAX 03 (3669) 1685

---