

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

第 11 章  
その他の被害

執筆担当

川島 一彦 (東京工業大学)

小長井 一男 (東京大学生産技術研究所)

## 11. その他の被害

### 11. 1 女川町内の杭基礎を有するRC構造物の被害

#### 11. 1. 1 女川町における調査の概要

宮城県女川町はもっとも深刻な津波被害にあった三陸海岸線沿いの市街地の一つである。町は女川港から伸びる2筋の谷合に沿って広がり、そこに点在する杭支持された鉄筋コンクリート、あるいは鉄骨コンクリート造の建物が津波で流された。これまで、杭で支持された鉄筋コンクリートもしくは鉄骨構造物は津波シェルターとして可能な構造形式の一つと考えられていただけに、今回のような構造物が杭ごと引き抜かれて流された状況は衝撃的であった。原因の解明には徹底した調査が必要であるが、同時にこれら津波被害の痕跡が消える前に、その状況を正確に記録にとどめる必要がある。

#### 11. 1. 2 構造物被害

女川は三陸海岸南端の牡鹿半島にある日本有数の漁港で知られる町である（図 11.1-1）。女川町で津波の浸水高さは約 14～17m にも達したとされる<sup>2)</sup>。津波は、第4紀更新世後期から完新世にいたる海成、非海成の堆積物からなる2筋の谷合に広がる市街地を 1km 以上遡上し、1000 人以上の行方不明者を出し、約 350 人の方々の死亡が確認されている（宮城県警察本部<sup>3)</sup>4月 28 日時点）。図 2 は女川湾に面する女川市街地である<sup>4)</sup>。ここでは少なくとも 4 棟の杭支持構造物が倒され、流されていた。ほとんど全ての杭が外径 30cm の PHC（プレテンション方式遠心力高強度プレストレストコンクリート）である。以下それぞれの建物の状況を記述する。

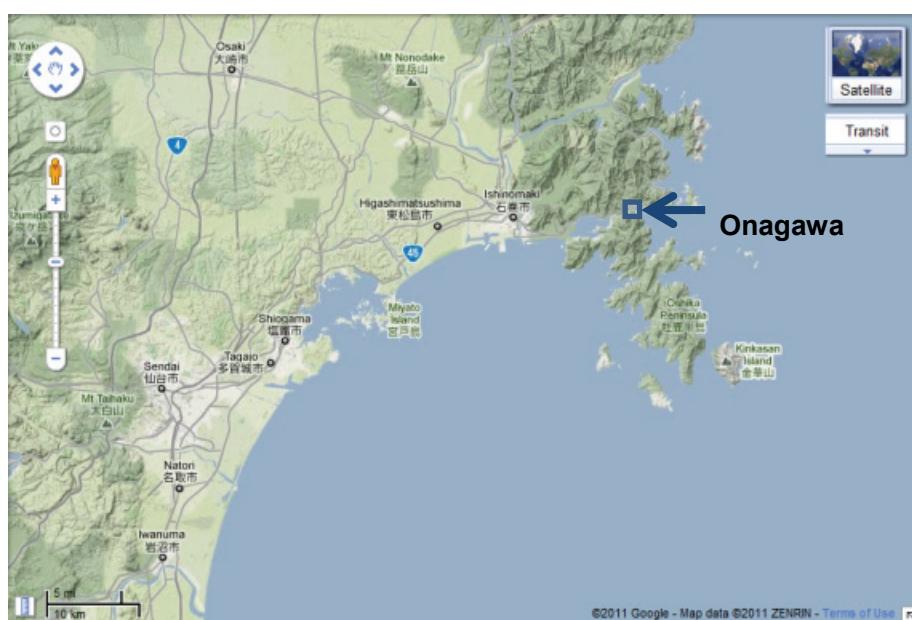


図 11.1-1 女川町の位置と地形

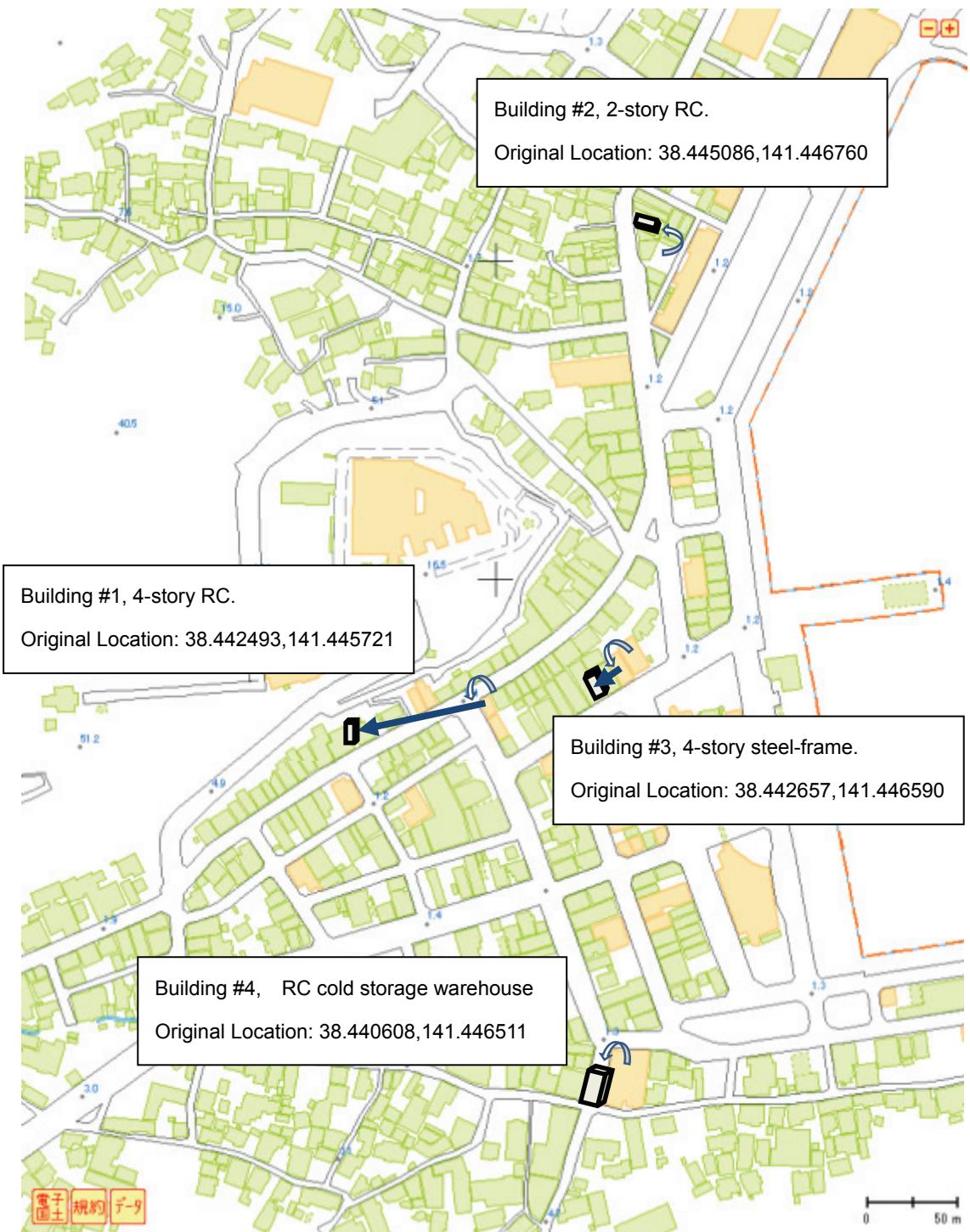


図 11.1-2 津波で転倒、あるいは流された杭支持構造物の位置（図面は電子国土より）

### 1) 構造物 No. 1

構造物 No.1 はもともと幅 5.6m, 奥行き 5.6m, 高さ 14.5m の鉄筋コンクリート (RC) 4 階建でのビルで (図 11.1-3), 津波によって当初の位置 38.442482, 141.445728 から 70m 以上流され, 底面を女川病院の斜面に押しつけた形で建物西正面を下にして止まった (図 11.1-4).



図 11.1-3 構造物 No.3 の当初存在した場所 (38.442482, 141.445728): この建物は 70m 東に離れた場所で横倒しになっていた。

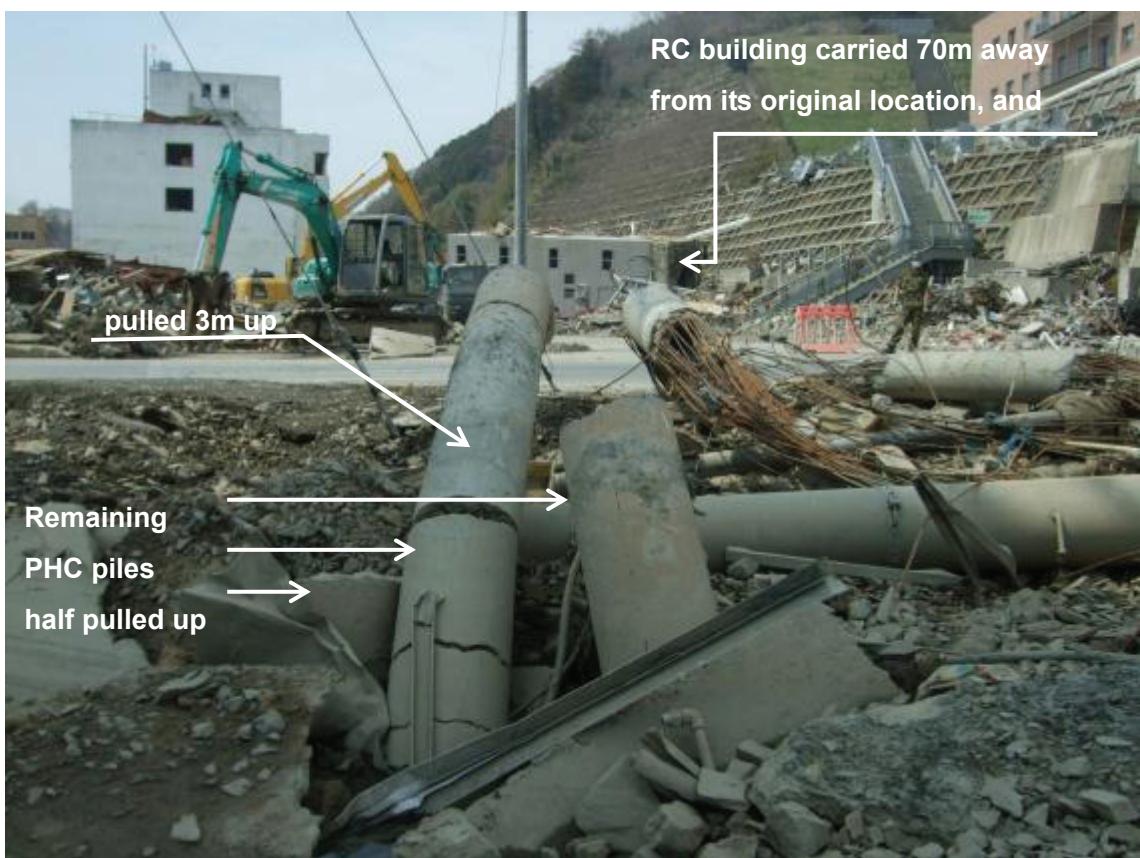
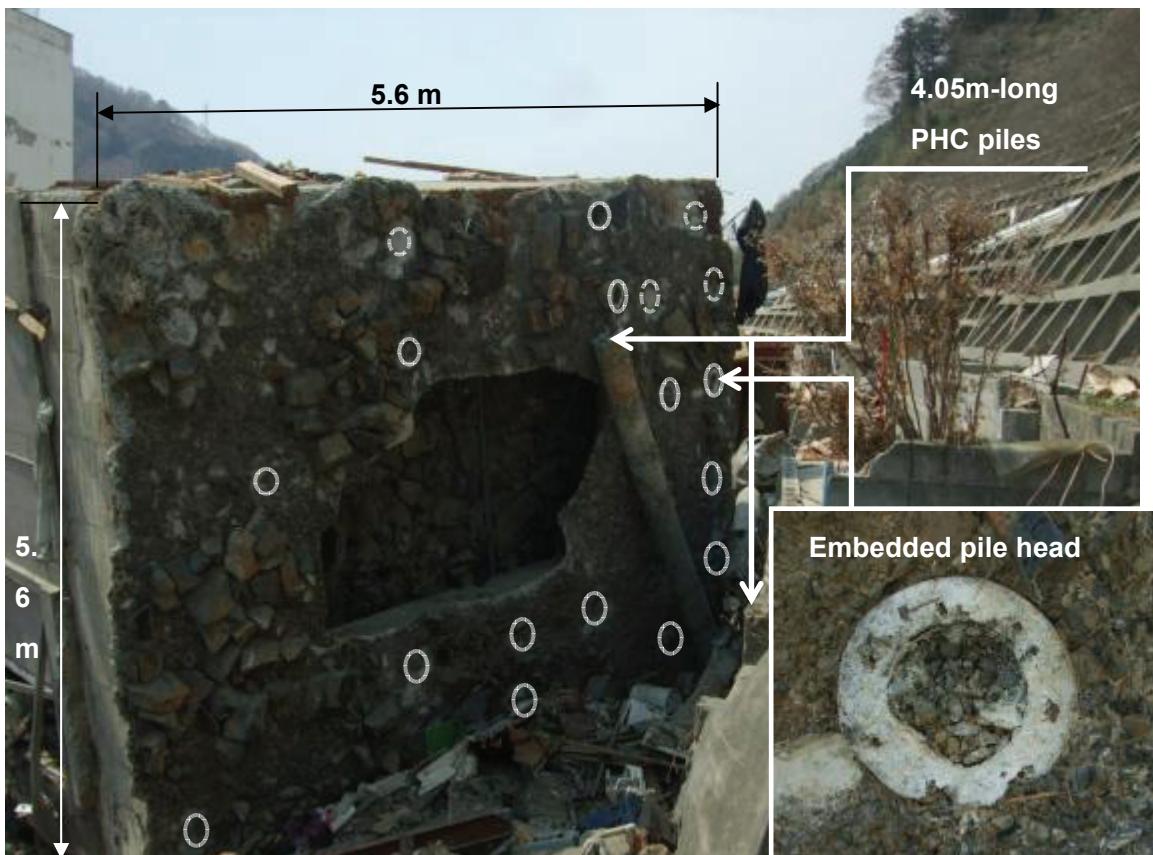


図 11.1-4 横倒しになった構造物 No. 1 のフーチング基礎および当初の場所に残る引き抜けた杭

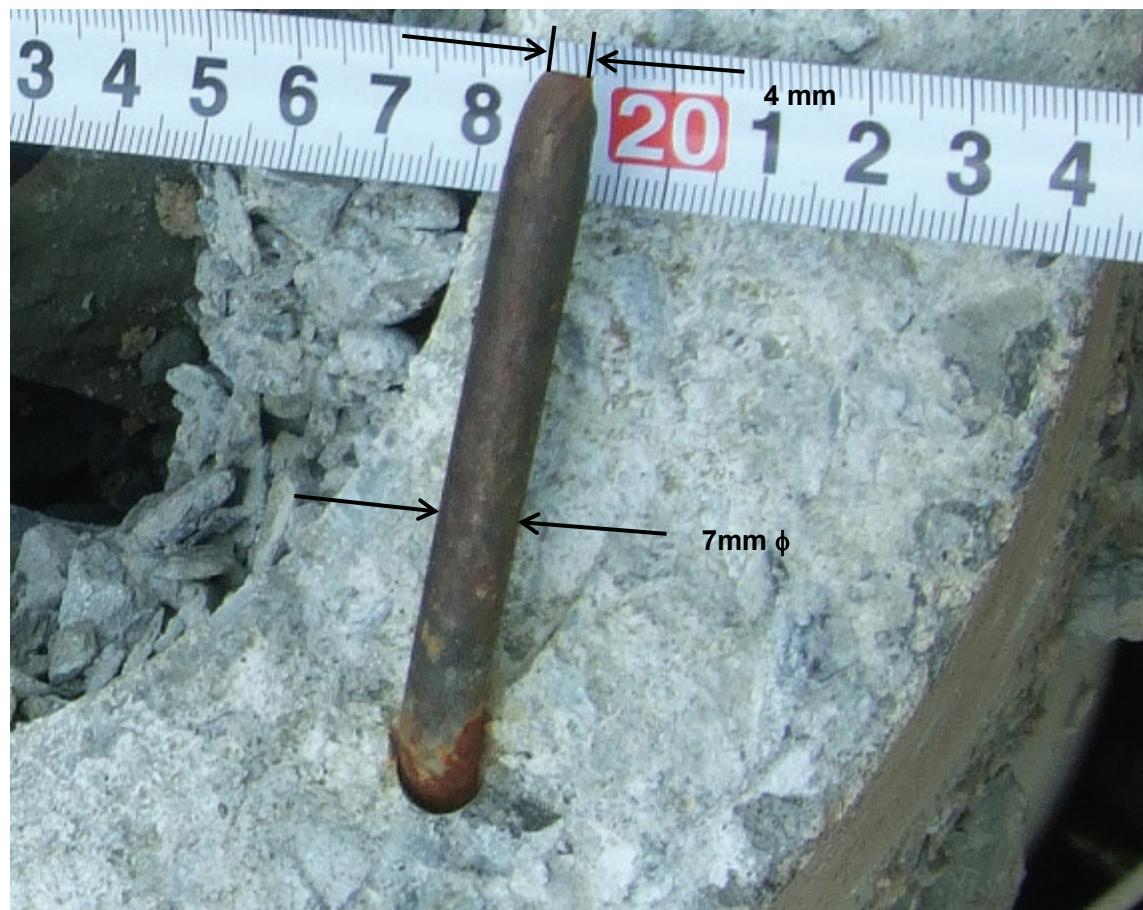
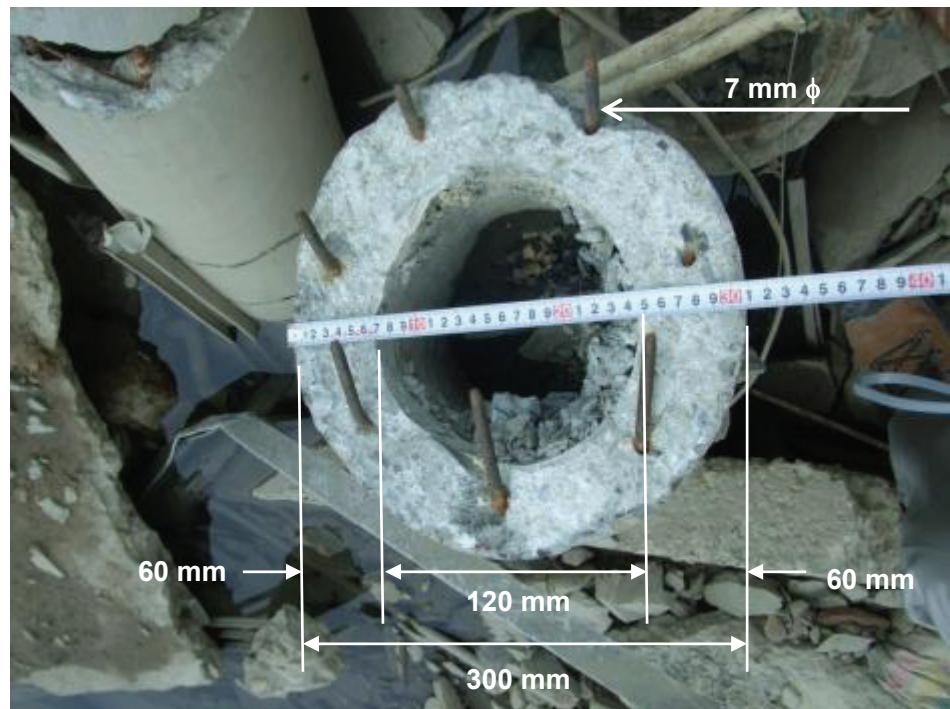


図 11.1-5 PHC 杭破断面に現れた断面構造

底面には杭頭部がフーチングに埋め込まれたまま折損した PHC 杭断面が 20 ほど認められ、1 本の杭は PC 鋼線でつながったまま、またもう一つの杭はこの位置まで引きずられて病院の斜面に押し付けられた時点で折損し横たわっていた。本来建物のあった場所には PHC 杭が 4 本、少し引き抜けた形で残されている（図 11.1-4 下）。破断した断面は外径 300mm、内径 120mm で 7mm の PC 鋼線が 7 本引き出されて露出している。PC 鋼線の破断した先端は 4mmf ほどに細くなっている。

## 2) 構造物 No. 2

構造物 No.2 は RC2 階建の女川交番で当初の位置は 38.445086, 141.446760 であった。この女川交番はその場で北向きに横転した。PHC 杭は途中で破断し、横転した状態で引き抜かれた上部半分がフーチング基礎に繋がったまま露出していた。屋根および壁面に何か（船あるいは家屋など）が衝突した痕跡があり、津波のみならず漂流物が交番を強く押し倒したと考えられる。

## 3) 構造物 No. 3

水産会社の事務所として使われていた鉄骨造 4 階建てのビルで、当初の位置は 38.442657, 141.446590 であった。この建物は幅 8.4m、奥行き 16m、高さ 12m であり、その短辺方向に津波を受ける形になった。この付近の撮影された映像が残っていて津波がこのビルの 3 階に達する時点まではこのビルは津波に持ちこたえていた様子である。津波の後はこの建物は、西隣にある駐車場を 20m 越えた場所に横倒しとなった状態でとどまっていた。露出したフーチング基礎には杭頭を接続する処理として杭中空部に挿入された鉄筋籠と、打設された中詰めコンクリート塊が残存している。これらが挿入されていた PHC 杭は 1 本を残しすべてが地中に残されたままになっていると推定され、構造物 No.1 と比べるとモーメントを伝えないピン支持に近い状態の杭頭処理であったものと考えられる。当初の位置が瓦礫で覆われていて地中に残されたであろう杭や地盤の様子は確認できなかった。唯一、フーチングから垂れ下がった形で引き抜かれた杭は 6.0m の長さである。

## 4) 構造物 No. 4

天井に張り巡らされた冷却管から水産加工物の冷凍倉庫として使われていた鉄骨造建物であると推定される。幅 8.8m、奥行き 20m、高さ 10m でこれも短辺方向に津波を受ける形で転倒した。フーチング部には杭に載っていたと思われる痕跡がうっすら残っていて、杭頭はモーメントを伝えない処置となっていたと思われる。冷凍倉庫という機能のため開口部は少なく大きな浮力が作用した可能性がある。本来の倉庫のあった場所（38.440608, 141.446511）は瓦礫に覆われ残されているであろう杭と地盤の状況は確認できなかった。



図 11.1-6 構造物 No. 2(女川交番, 当初存在した場所 38.445086,141.446760)

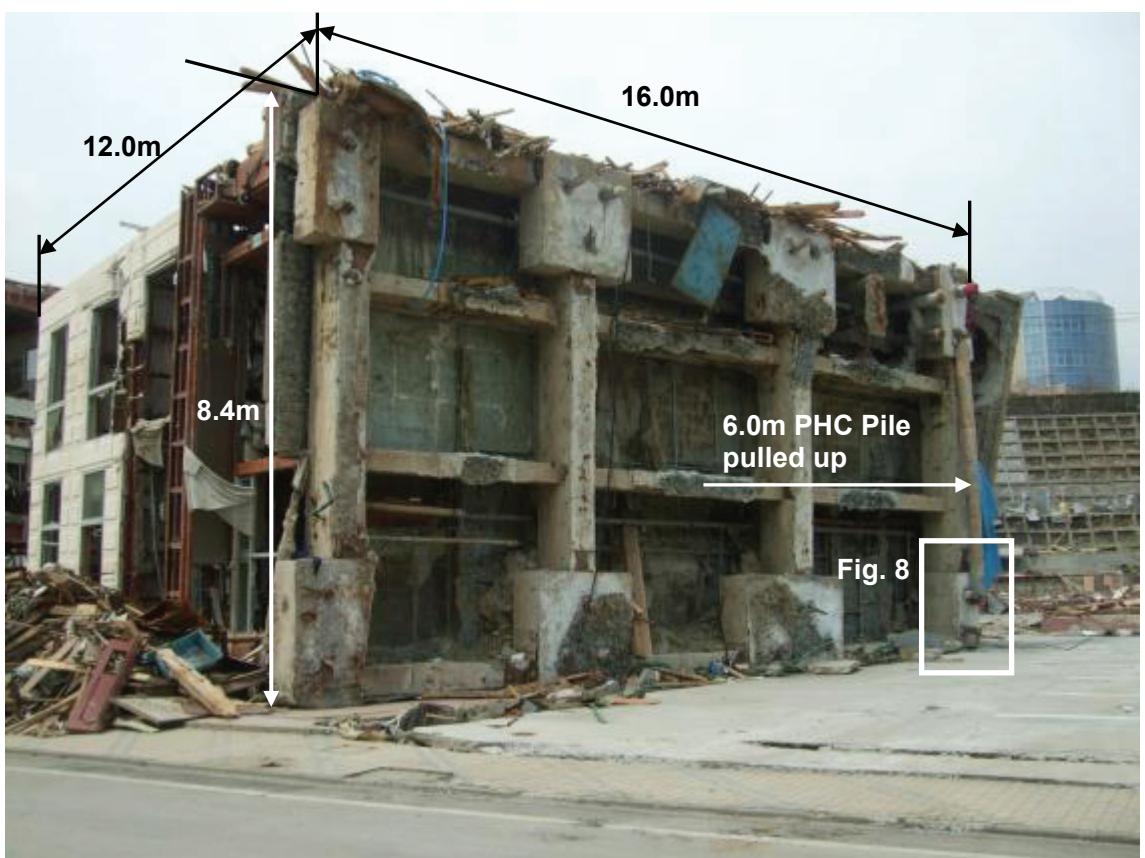


図 11.1-7 構造物 No. 3 (当初存在した場所 38.442657,141.446590)



図 11.1-8 構造物 No. 3 の杭頭処理状況.



図 11.1-9 構造物 No. 4 (当初存在した場所 38.440608, 141.446511)

### 11.1.3 まとめ

第4紀更新世後期から完新世にいたる海成、非海成の堆積層上<sup>1)</sup>に広がる女川町では、津波によって少なくとも4棟の杭支持構造物が倒れ、流されていた。それら構造物を支持していた杭のほとんどは300mmのPHC杭であり、その杭頭処理は構造物ごとに異なっている。構造物No.1、No.2は杭頭部固定、構造物No.3、No.4はモーメントを伝えないピン構造に近い処理がなされていたと考えられる。これらのうち構造物No.1は少なくとも2本の杭を引きずりながら70m以上流された。これら構造物が本来あった場所の地盤の詳細はまだ不明であり、そのほとんどが津波の運んだ瓦礫によって埋もれている。現在、さらなる調査を計画している。

### 11.2 田老地区の防潮堤の被害

#### 11.2.1 防潮堤建設の歴史

田老町は、今までにも1611年（慶長16年）慶長津波、1989年（明治29年）三陸津波、1933年（昭和8年）の津波と繰返し、津波によって甚大な被害を受けてきている。

田老町の防潮堤はおおよそ3期に分けて建設されてきたと言われている<sup>5)</sup>。第1期の防潮堤は

1933年(昭和8年)の津波による被害を契機として、1934年(昭和9年)から建設が開始された。これは当時の田老村独自のプロジェクトとして村の借金に基づいて建設が開始されたと言われている。翌年からは国や県の全面的な支援により建設が引き継がれ、戦況の悪化により1940年(昭和15年)に打ち切られるまでに960mの防潮堤が完成した。

第2期は1952年(昭和27年)に十勝沖地震により津波が来襲したのを契機に、1954年(昭和29年)に工事が再開されたもので、1958年(昭和33年)までに全長1350m、堤頂幅3m、地上よりの高さ10mの防潮堤が完成した。これにより、1960年(昭和35年)チリ地震の際にも被害を受けなかった。

その後、第3期として、1961年(昭和36年)からチリ津波対策・海岸保全・高潮対策関連事業によって582mの防潮堤が、また、三陸高潮対策として501mが、いずれも農林省、建設省の事業として建設され、1966年(昭和41年)に竣工した。これにより、総延長2433mの防潮堤が完成し、“万里の長城”と形容された防潮堤が集落を包み込む形で津波対策ができあがった。



写真 11.2-1 田老地区の防潮堤（国土交通省<sup>6)</sup>による）

写真 11.2-1 は田老地区の防潮堤であり、赤字で示される部分（北向き～西向きにつながる防潮堤（注：写真 11.2-1 では右側が北向き））が第1期、第2期の防潮堤、黄緑色で示される部分（東向き～南向きにつながる防潮堤）が第3期の防潮堤である。以下、これらを北向き防潮堤、西向き防潮堤、東向き防潮堤、南向き防潮堤と呼ぶ。今回の地震では、北向き及び西向き防潮堤はほぼ被害を受けなかつたが、東向き及び南向き防潮堤は大きく被災した。

## 11. 2. 2 被害の概要

写真 11.2-2 は北向き及び西向き防潮堤を田老地区の北側から見たものである。写真の左側が海で、一部崩壊した東向き防潮堤とその中でも壊れなかつた水門が望見できる。防潮堤を越えて津波が地区の中心部にまで達したため、北向き及び西向き防潮堤で守られていた市街地にも被害が生じている。ただし、北向き及び西向き防潮堤が生き残ったため陸前高田市等に比較すると、被害の度合いは少ないようと思われる。写真 11.2-3 は北向き防潮堤、写真 11.2-4 はこの法尻部と周辺の被害を示したものである。この区域の北向き防潮堤には大きな損傷は認められない。写真 11.2-5 は海側から見た北向き防潮堤（写真右側）及び西向き防潮堤（写真左側）である。写真の右側に後述する東向き防潮堤の一部を形成する水門（写真 11.2-7 参照）が見える。



写真 11.2-2 赤字部分の防潮堤（地区の北側から）



写真 11.2-3 赤字部分の防潮堤



写真 11.2-4 防潮堤の法尻部分と内陸の村落



写真 11.2-5 海側から見た防潮堤



写真 11.2-6 防潮堤を乗り越えた津波の被害

一方、写真 11.2-7 は東向き防潮堤の一部を形成する水門である。津波は水門を越流したため、ポンプ類は被災したと推定されるが、構造的にはほぼ生き残っている。写真 11.2-8 はこれより東側にある防潮堤を通過して市街地と海岸を結ぶ出入り口である。かろうじて形だけが残っている。防潮堤自体は津波により流出して残骸しか残っていない。写真 11.2-9 は写真 11.2-8 に示した出入り口の側面にわずかに残された法尻部の保護コンクリートである。防潮堤本体は完全に流出している。写真 11.2-10 はこの地点から市街地（北向き防潮堤と東向き防潮堤に囲まれた市街地の北側）の被災状況を示すものである。ごく一部の鉄筋コンクリート建物を除いて、木造家屋は全滅している。写真 11.2-8 に示した出入り口側面のコンクリートを示すと、写真 11.2-11 のようになる。基本的に防潮堤は無筋コンクリートであり、コンクリートは場所によりガサガサで、質は相当悪い。

写真 11.2-12 はこの出入り口から写真 11.2-7 に示した水門の方向を見たものである。防潮堤全前の壁はわずかに基礎部とこれを支持していた支え壁の一部だけを残して、ほとんど流出している。写真 11.2-13 は支え壁を示したもので、前面壁の基礎の一部が残っている箇所と根本から壁が流出した箇所があることがわかる。また、写真 11.2-13(a)には頂部に径 13mm の鉄筋が 1 本の残っている。基本として防潮堤は無筋コンクリートとして設計されていたことを示している。無筋コンクリート構造は設計で想定した波圧や高さの津波に対しては安全であっても、これを上回る津波に対してもろい構造である。基礎構造がどのようにになっているかを調査する必要があるが、前面壁及びその支持壁の主要部だけでも鉄筋コンクリートとして設計されていれば、防潮堤を越す津波に対しても持ちこたえ、結果として市街地の被害を軽減したのではないかと考えられる。写真 11.2-14 は支え壁のコンクリートを示したものである。前出の写真 11.2-11 と同様に、コンクリートの質は十分とは言えない。



写真 11.2-7 生き残った水門



写真 11.2-8 かろうじて形が残った港への出入り口



写真 11.2-9 防潮堤裏法部



写真 11.2-10 防潮堤の陸側の被害



写真 11.2-11 防潮堤のコンクリート



写真 11.2-12 防潮堤の支え壁



(a) 基礎部の壁が残存している。 (b) 基礎部の壁も被災

写真 11.2-13 防潮堤の支え壁

写真 14.2-14 支え壁のコンク

リート

## 参考文献

- 1) 日本シームレス地質図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター  
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db084/>
- 2) 柴山知也 他 : 宮城県・福島県 津波被害調査, 土木学会東日本大震災特別委員会総合調査団 調査速報会 (2011 年 4 月 8 日) 資料  
<http://committees.jsce.or.jp/report/node/39>
- 3) 広報資料, 警察庁緊急災害警備本部, 2011 年 4 月 28 日  
<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/mimoto/identity.htm>
- 4) 電子国土基本図 (地図情報), 電子国土事務局, 日本地図センター,  
<http://portal.cyberjapan.jp/index.html>
- 5) 山下文男 : 三陸海岸・田老町における津波防災の町宣言と大防潮堤の略史, 歴史地震, 第 19 号, pp. 165-171, 2003
- 6) 国土交通省東北地方整備局釜石港湾事務所 : 宮古市田老地区防潮堤—万里の長城—,  
[http://www.pa.thr.mlit.go.jp/kamaishi/bousai/b01\\_02.html](http://www.pa.thr.mlit.go.jp/kamaishi/bousai/b01_02.html)