

## 高知県における堤防の耐震・津波対策

吉村 浩司・木村 育正

高知県では近い将来発生が予想されている南海トラフで発生する巨大地震に対して海岸堤防等の耐震・津波対策を進めているところである。東日本大震災で得られた教訓をもとに地盤の沈降や液状化等に対しても柔軟に対応が可能な構造形式を採用し順次整備を進めていくことにしている。歴史的な背景も含め、本稿ではその取組みについて紹介する。

キーワード：津波対策, 液状化対策, 防潮堤

### 1. はじめに

東日本大震災からすでに一年半をむかえようとしている。今でも津波により東日本沿岸各地にもたらされた大きな爪あとの記憶が鮮明に蘇る。想定外といわれる巨大な津波は、多くの民家や建物、社会インフラ、さらには福島原発などにも大きなダメージを与え、生活基盤や生活環境までを一変させてしまうほどの被害を生じさせた。

津波被害を増長させた一因として防潮堤の被災があげられる。沿岸地区に構築されていた防潮堤は過去の教訓から、強固に構築されていたにもかかわらず、設計外力を超えた津波に対してはなすすべもなく、脆性的に倒壊したものが非常に多く見られた(写真一)。



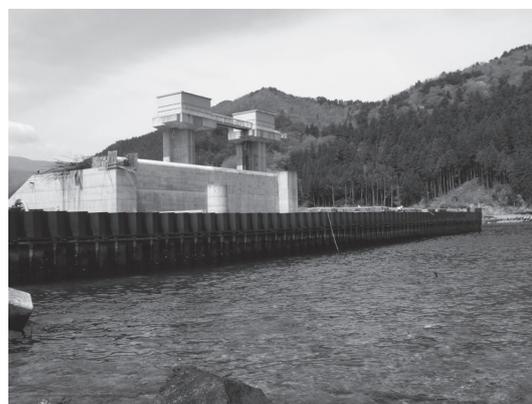
写真一 津波により倒壊した防潮堤

倒壊した原因はさまざまな要素が考えられるものの、重力式護岸の形式をベースとしたこれらの構造物はじん性が乏しく、一度倒壊してしまうと継続的に襲ってくる津波の影響を粘り強く継続的に軽減させることが不可能である。したがって外力が想定値を超え

た場合にも一定の機能を維持しながら、第二第三波に対しても継続的に抵抗するような構造形式が求められている。

次に紹介する事例は想定を超える外力が作用しても健全性を保持した構造形式である。

写真二は大学と民間企業がコンソーシアムを組み実施した震災後の調査で明らかになった事象のうちの一例である。



写真二 被災した水門

この水門は津波対策等のために計画され、その構築中に被災した構造物である。写真は水門の正面から撮影されたものである。水門の左側は鉄筋を組み上げている途中であったが、津波の来襲により折れ曲がった状態が見てとれる。水門の前面側はシートパイルによる二重締切りが施され、その内部がドライ状態になっていた。津波はこのシートパイルの天端のはるか上空を越波し遡上していった。引き波の影響も受けているがこの二重締切りに損傷した箇所は見当たらなかった(写真三)。鋼矢板の河床からの突出長は約3.0mで



写真—3 二重締切り内部

地中部に約 6.0 m 根入れされていた。

この二重締切りのように地中部に根入れを持つ構造物を「インプラント構造」と呼んでいる。インプラントとは“埋め込む”・“移植する”ことであり、基礎と躯体が一体化した構造部材を静荷重で地中に押し込んで、地球に直接支えてもらう構造を意味する。

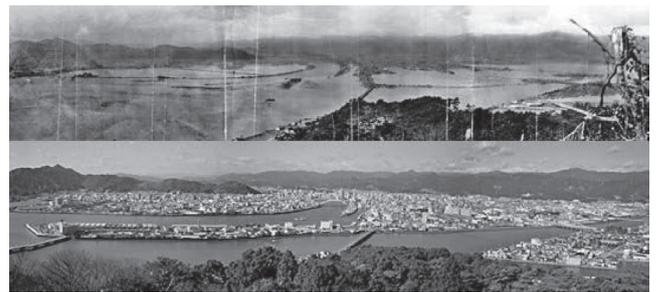
歯科医療に例えると分かりやすい。入れ歯やブリッジ治療に対し、インプラントと呼ばれる人工歯根は、歯根部分を顎の骨に直接連結することで強固に固定し、天然歯に近い機能を与える。インプラント構造では、顎の骨が地球、人工歯根と歯が構造部材に相当している。つまり、鋼矢板を地上から圧入するだけで基礎と躯体を同時施工し、地球と強固に一体化した構造物を構築できるものである。このような構造の特長を取り入れて堤防の補強を実施している高知県の事例について以下に紹介する。

## 2. 二重締切り鋼矢板による既設堤防補強の事例（津波対策）

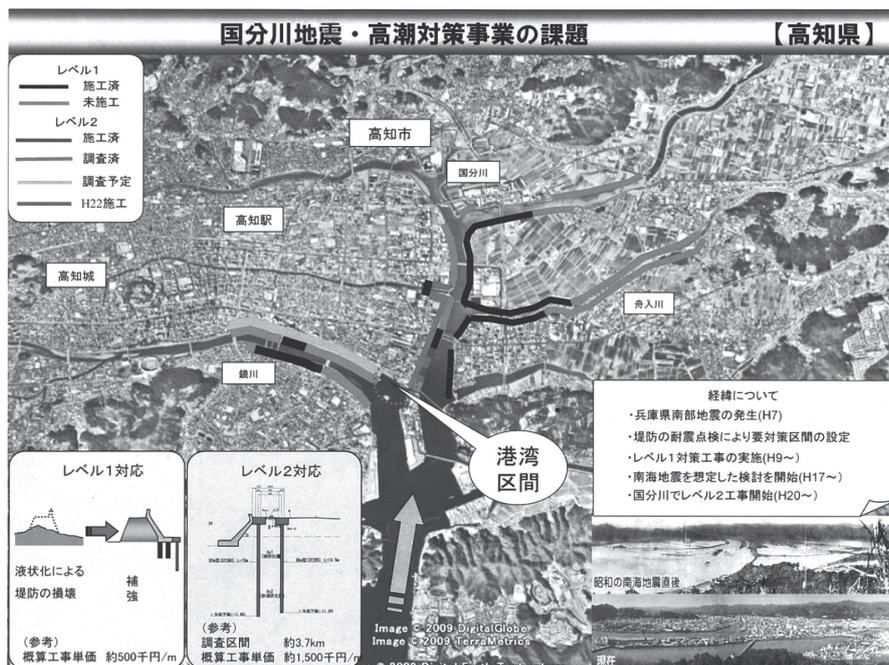
高知県では過去に幾度となく津波の被害を受けている。直近のものは 1946 年（昭和 21 年）12 月の昭和南海地震（写真—4）であるが、古くは 684 年 11 月の津波被害が「日本書紀」に記されている。

昭和南海地震では強い揺れと同時に発生した地盤沈下と津波により沿岸部の防潮堤は決壊し、自然に水が引かず約 1 ヶ月にわたり市内は冠水したままであった。

1995 年の阪神淡路大震災を契機として高知県では県の中心である高知市の河川堤防の耐震点検を実施し、南海地震に対する要対策区間を設定した（図—1）。また、南海地震での地盤沈下量は高知市周辺では最大で 2.0 m 程度と想定されている。昭和南海地震で冠水により市民の生活が多大な悪影響を受けたことを教訓として、高知県は浦戸湾沿岸部の地震・高潮対策事業の一環として次に紹介する事業に着手した。



写真—4 昭和南海地震直後（上）と現在の高知市内



図—1 地震・高潮対策事業の概要

この事業では、浦戸湾に流入する各河川堤防について耐震診断を実施し、津波に対する被害軽減の必要性により「レベル1対応堤防」と「レベル2対応堤防」に分けて対策を実施している。

以降に記す工事は、このうち「レベル2対応堤防」に位置付けられた堤防の工事である。

その構造は既存の堤防内に鋼矢板を二列に打ち込み地盤を拘束することによって地震時における液状化による堤防天端の沈下を抑制させ、かつ、側方流動対策効果を併せ持つものである。地震発生から津波が到達するまでの間に液状化が進行し堤防が沈下するのを防ぎ、陸地部分の冠水を減少させることが大きな目的となっている。こうした構造は「鋼矢板芯壁堤」と呼ばれ、重力式の構造形式とは異なりじん性に富み、津波の襲来に対してもねばり強く抵抗し第二第三波が押し寄せても抵抗することが可能である。

図-2に堤防の横断面図を記す。

写真-5に鋼矢板の圧入施工状況を示す。背面側には民家が隣接している。さらに堤防の上面は生活用道路として活用されていたため、騒音、振動対策と省スペースでの施工方法が要求された。さらに、設計時の土質調査では確認されなかったが、昭和南海地震やそれ以前の津波によるさまざまな漂流物が堤防内部に堆積していると考えられた。これらの背景を受け当該個所では、低振動低騒音で、省スペース施工が可能であり、かつ地中障害物に対応できる工法として「硬質地盤クリア工法」が標準施工法として採用された。H21年～H23年までに総延長約1kmを施工し堤体の補強を進めた(図-3)。



写真-5 鋼矢板圧入状況

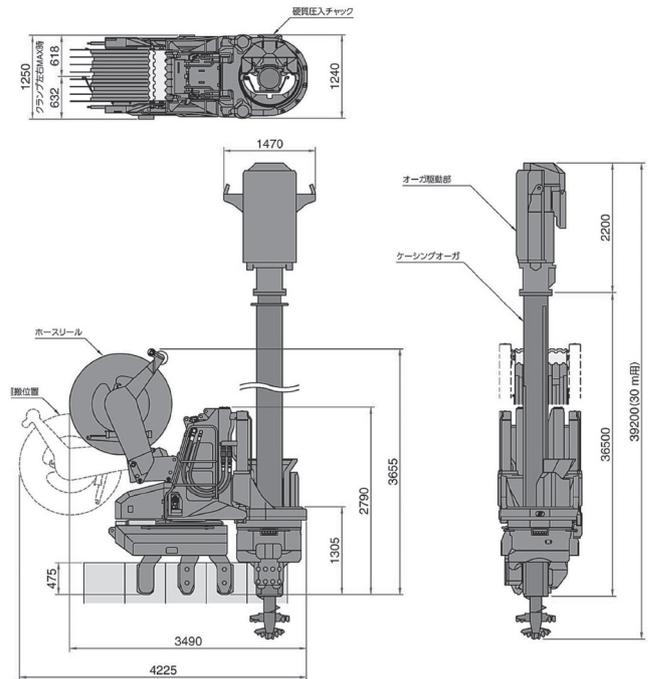


図-3 硬質地盤対応圧入機 (サイレントパイラー SCU-ECO600S)

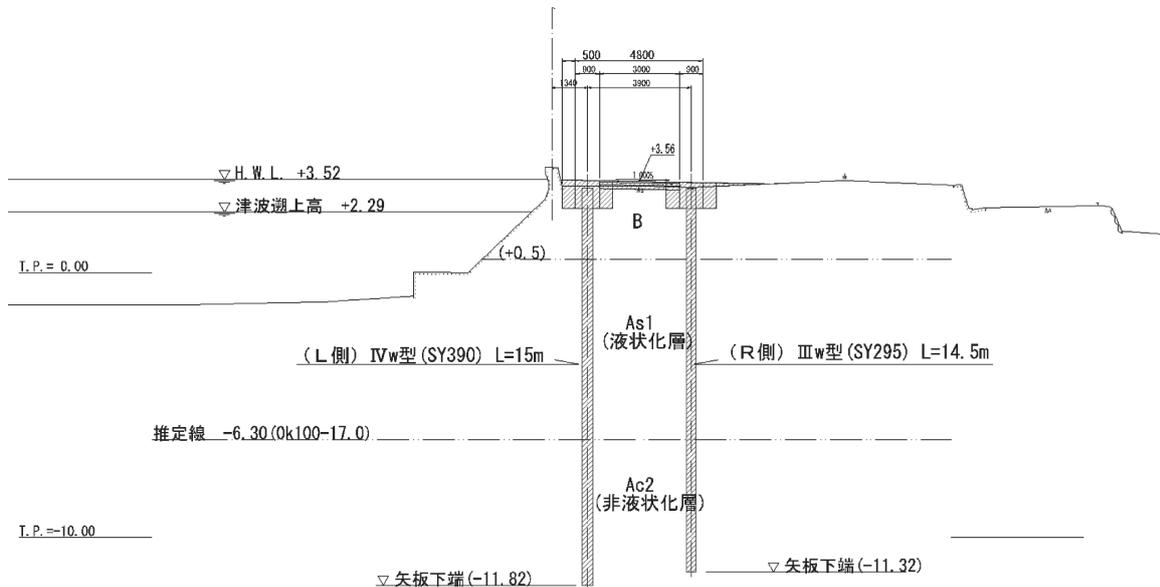


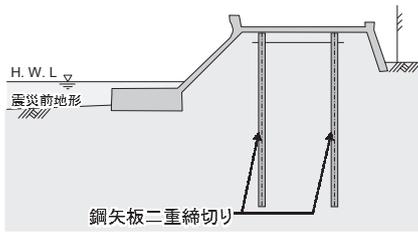
図-2 堤防横断面図

### 3. 南海地震からの早期復旧における検討

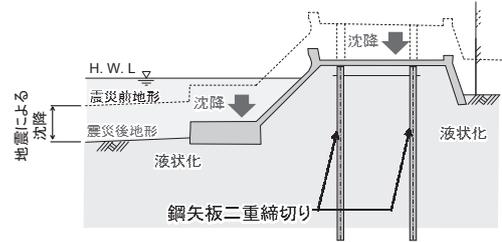
県は平成23年度から産学官共同事業として「高知県産学官連携産業創出研究推進事業」を立ち上げている。そのなかで津波被災後いち早く平穏な県民生活を取り戻すための応急復旧方法も検討している。図—4にそのイメージを示す。阪神淡路大震災では陸路が閉

ざされた際に海路を有効に活用して災害復旧活動が実施された。このように、様々なインフラを活用しながら沿岸部の緊急輸送路を確保することは、早期に県民生活を取り戻すために、また、早期に経済活動を再開させるために、非常に有効な手段となると考えられる。具体化に向け早期に検討を進めているところである。

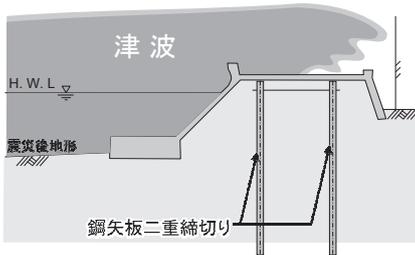
1. 鋼矢板芯壁堤構造の護岸を整備



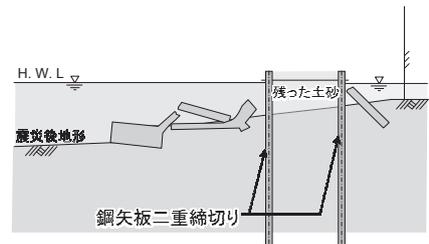
2. 地震発生による地盤の沈降



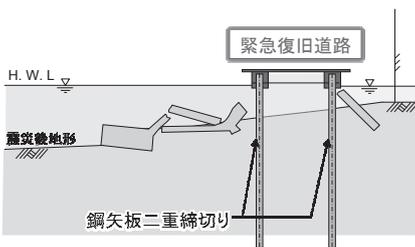
3. 地震による津波の発生



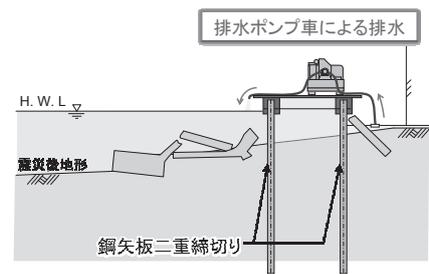
4. 津波による堤防の越水破壊が生じても、堤防天端は保持される



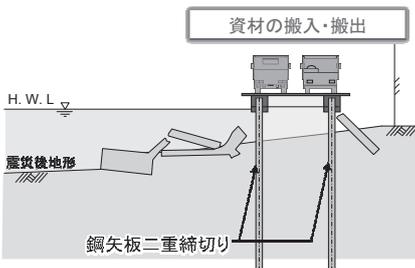
5. 鋼矢板上部に覆工板を架設、緊急復旧道路を構築



6. 鋼矢板芯壁堤道路を利用して、排水ポンプ車による堤内地の排水



7. 鋼矢板芯壁堤道路を緊急復旧道路として活用



図—4 津波被災後の復旧方法

#### 4. おわりに

高知県では新たな地震想定に基づき上記で紹介した地震、津波対策の他にもさまざまな地震、津波対策を進めている。紙面の都合上紹介できないが県のHPを参照されたい。県民の人命と財産を津波等から守るためには、ハードのみならずソフト対策も併せた方策を忠実に実行することが肝要である。本県における取組みの紹介が参考となれば幸いである。

#### 謝 辞

現地調査の実施においては、高知大学（大年教授、原准教授）の協力を得た。感謝の意を表する次第である。

J|C|M|A

#### 《参考文献》

高知県庁 HP <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/010201/>  
 ㈱技研製作所 HP <http://www.giken.com/ja/>

#### 【筆者紹介】

吉村 浩司（よしむら ひろし）  
 高知県  
 高知土木事務所  
 所長



木村 育正（きむら やすまさ）  
 ㈱技研製作所  
 工法事業部 工法推進課  
 課長



## 平成 24 年度版 建設機械等損料表 発売中

#### ■内 容

- ・ 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・ 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・ 損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・ 各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・ 主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・ 主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

#### ■ B5判 約 680 ページ

#### ■ 一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

#### ■ 会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

#### ■ 送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

### 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>