

EE東北'22

国土強靱化に資する鋼構造技術・工法、維持・管理手法

鋼矢板を用いた  
河川堤防補強技術

『鋼矢板二重締め切り構造』

2022年6月2日

一般社団法人 日本鉄鋼連盟



## 本日の発表内容

1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

2. 鋼矢板を用いた堤防補強技術

3. 実験による検証

4. 設計手順・試設計例

5. 採用事例



1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

2. 鋼矢板を用いた堤防補強技術

3. 実験による検証

4. 設計手順・試設計例

5. 採用事例

# 1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

## 【令和元年台風19号での堤防の決壊】

<国管理河川> 12箇所

■3地整5堤防調査委員会 [2019/10~2019/12]

- ・東北地整:阿武隈川上流, 鳴瀬川水系(吉田川)
- ・関東地整:荒川水系(都幾川・越辺川), 那珂川水系久慈川
- ・北陸地整:千曲川

<県管理河川> 128箇所

■令和元年台風第19号の被災を踏まえた河川堤防に関する  
技術検討会 [第1回:2020/2/14, 第2回:3/25, 第3回:6/12]

各堤防調査委員会の報告を受け、今後の堤防強化の方向性を検討

社会資本整備審議会 河川分科会

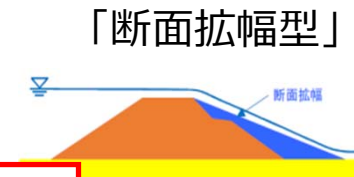
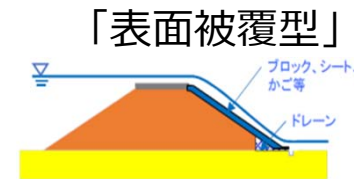
■気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会

[第1回:2019/11/22, 第2回:2020/1/17, 第3回:3/17, 第4回:5/26, 第5回:6/26]

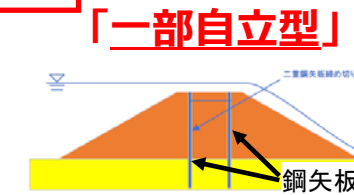
産学官が共同で技術研究開発を実施する体制を構築し、さらなる堤防強化に向けた開発を実施すべきであると答申された。(2020年7月)

- ・「緊急的な河川堤防の強化方策の方向性(案)」と「対策工法の検討(案)」を提示
- ・民間技術の調査のため関係業界団体(15団体)への意見聴取⇒14団体から81件の提案

## 検討の対象とする工法(案)



鉄鋼業界からの提案



出展: 国土交通省 第五十七回 河川分科会配布資料



1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

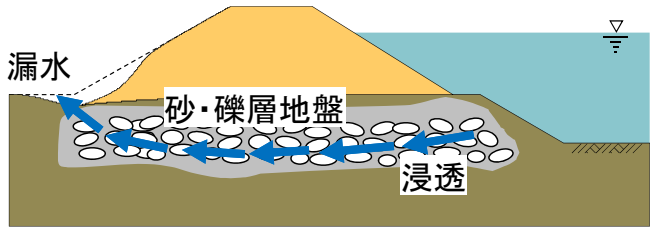
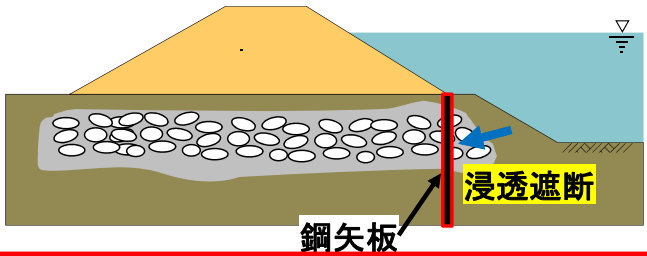
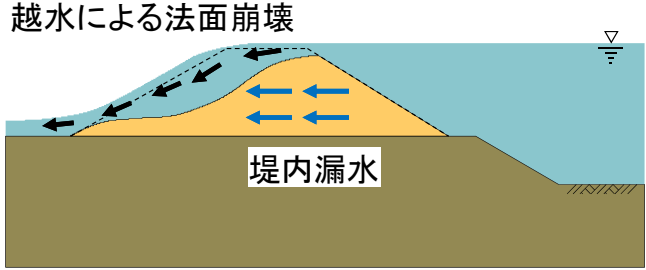
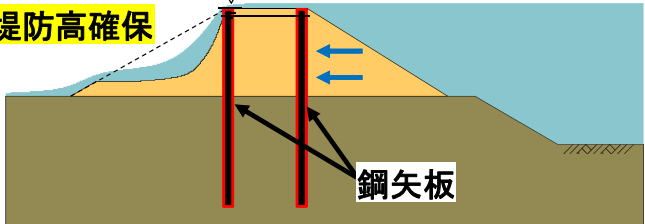
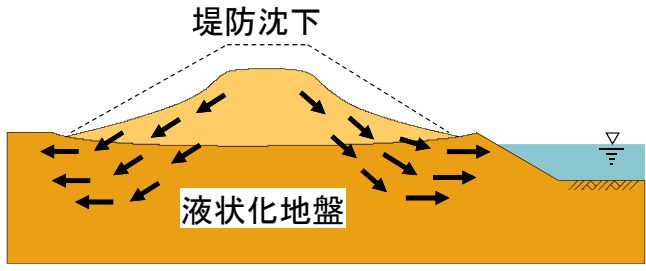
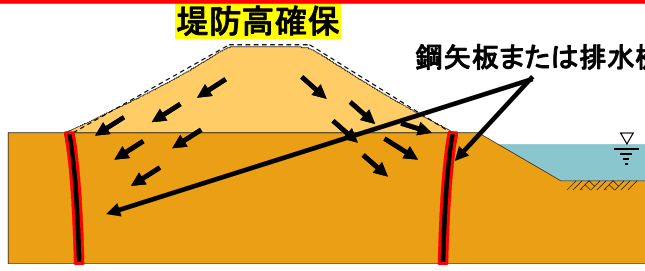
2. 鋼矢板を用いた堤防補強技術

3. 実験による検証

4. 設計手順・試設計例

5. 採用事例

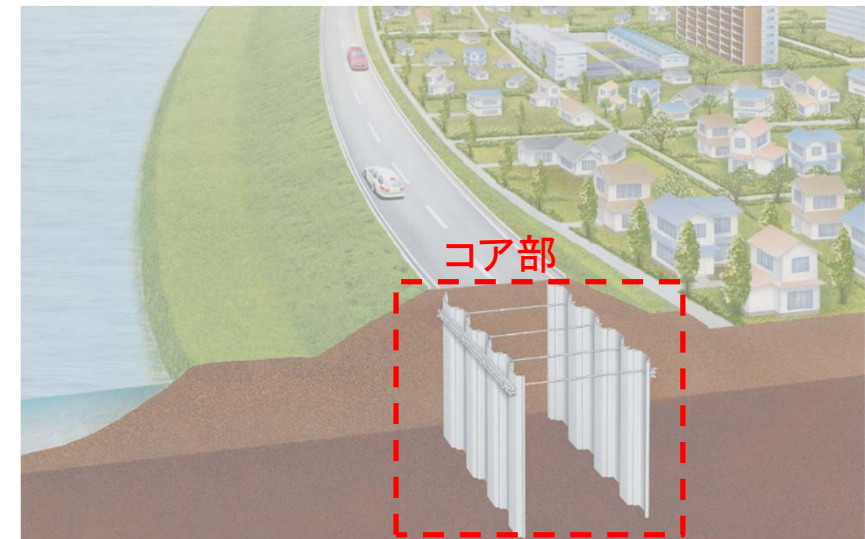
## 2-1. 鋼矢板を用いた補強技術

	無対策	対策後
基盤漏水		
越水・堤体漏水		<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p style="color: red; text-align: center;"><b>二重鋼矢板を用いた補強</b></p>  </div>
液状化		

## 2-2.二重鋼矢板を用いた補強技術の特徴

堤体内に鋼矢板を打設，支持地盤へ根入れすることにより，構造的に堅固なコアを形成する構造

- コア部により堤防高さを保持、重要箇所の破堤防止
- 洪水時・地震時等の様々な外力条件に対応
- 法線方向に連続した構造
- 耐用年数の設定に応じた寿命設計が可能
- 景観・自然環境への配慮が可能
- 新たな用地確保が不要、省スペース施工
- 安定した品質の補強を短工期で実現





1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

2. 鋼矢板を用いた堤防補強技術

**3. 実験による検証**

4. 設計手順・試設計例

5. 採用事例



### 3-1. 実験による検証結果概要

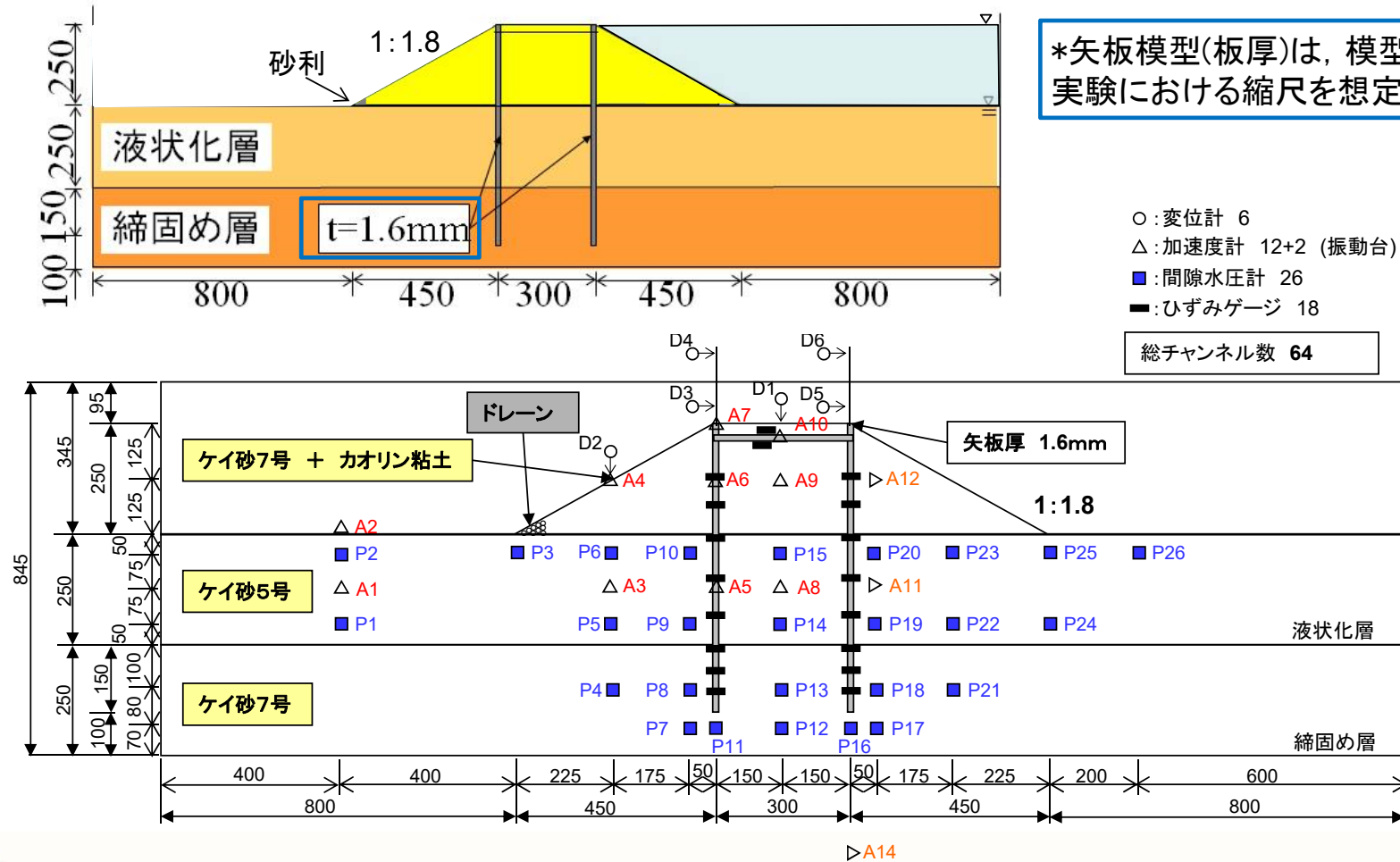
下記の被災状況を想定した実験を実施。

①～③で補強効果が十分に発揮されることを確認した。

	想定した被災状況	検証方法	試験ケース	結果概要
①	越流または越波	模型土層での越水試験 (縮尺1/25程度)	補強なし 補強あり	・二重鋼矢板壁により天端高さが保持され、補強なしの場合に生じていた「天端の低下→越流量の増加→破壊の促進」が防止される。
②	地震(液状化)	模型土層を振動台により加振 (縮尺1/25程度)	補強なし 補強あり	・大地震時において、堤防下の地盤の液状化に対しても、二重鋼矢板壁と矢板内の地盤により、堤防の天端高さを保持される。
③	洪水&地震(液状化)複合作用	模型土層での浸透試験後、振動台による加振と越水試験 (縮尺1/30程度)	補強なし 補強あり	・二重鋼矢板壁により基盤漏水までの時間が延びる。 ・加振後、越水後ともに二重鋼矢板壁により天端高さが保持される。

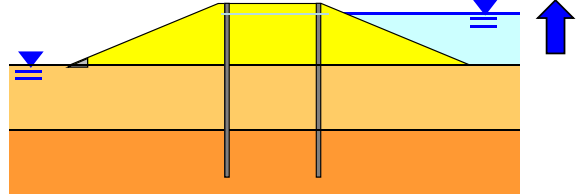
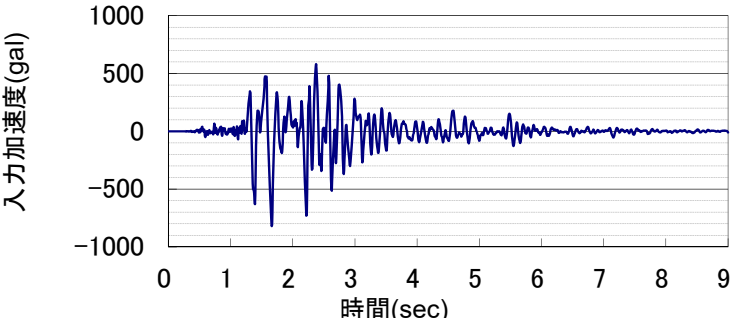
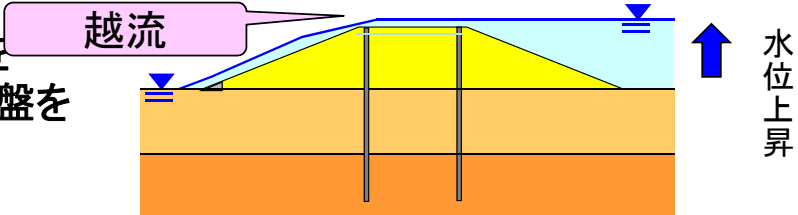
今回発表

### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験概要



古関潤一・田中宏征・乙志和孝・永尾直也・金子勝: 矢板で補強した堤防の模型実験, 生産研究 第61巻, 第6号, 東京大学生産技術研究所, 2009.11.

### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験概要

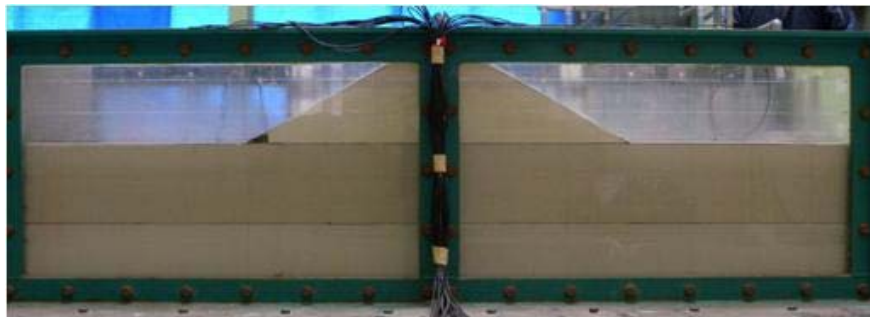
項目	内容
① 浸透	<p>一方の水位を水平地盤部の地表面位置に保ちながら、反対側の水位を地表面から最大20cmまで上昇させ一定に保つ。</p> 
② 加振	<p>両側の水位を地表面に戻した状態で、水平加振を行う。</p> <p>1995年神戸海洋気象台で観測された加速度記録(NS成分)を卓越周波数が5Hzとなるように波形を調整</p> 
③ 浸透	<p>加振で損傷を受けた状態で、①と同様に片側の水位を上昇させる。</p>
④ 越水	<p>③に引き続き片側の水位をさらに上昇させて越流を生じさせる。越水等による洗掘を想定し、裏法面地盤を模擬洗掘させる。</p> 

### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験結果

#### ◆ 浸透実験<補強なし(土堤のみ)>

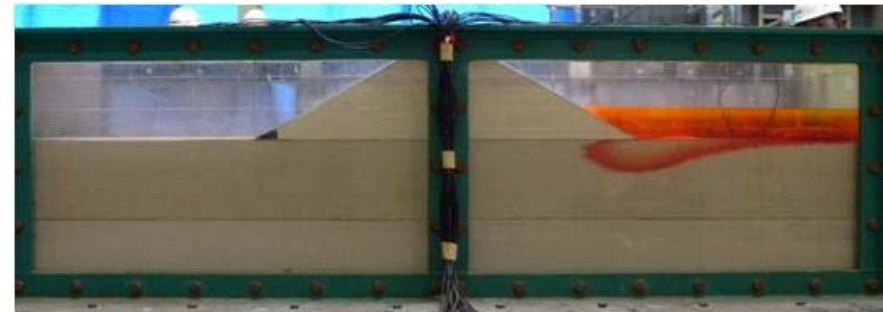
実験開始

水位差0mm



開始12分後

+100mm



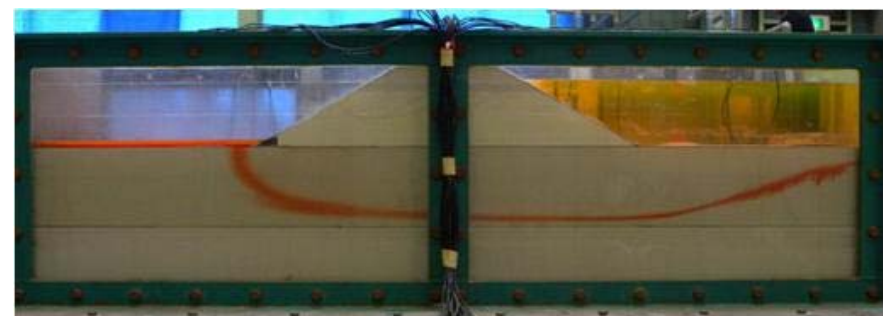
開始35分後

+150mm



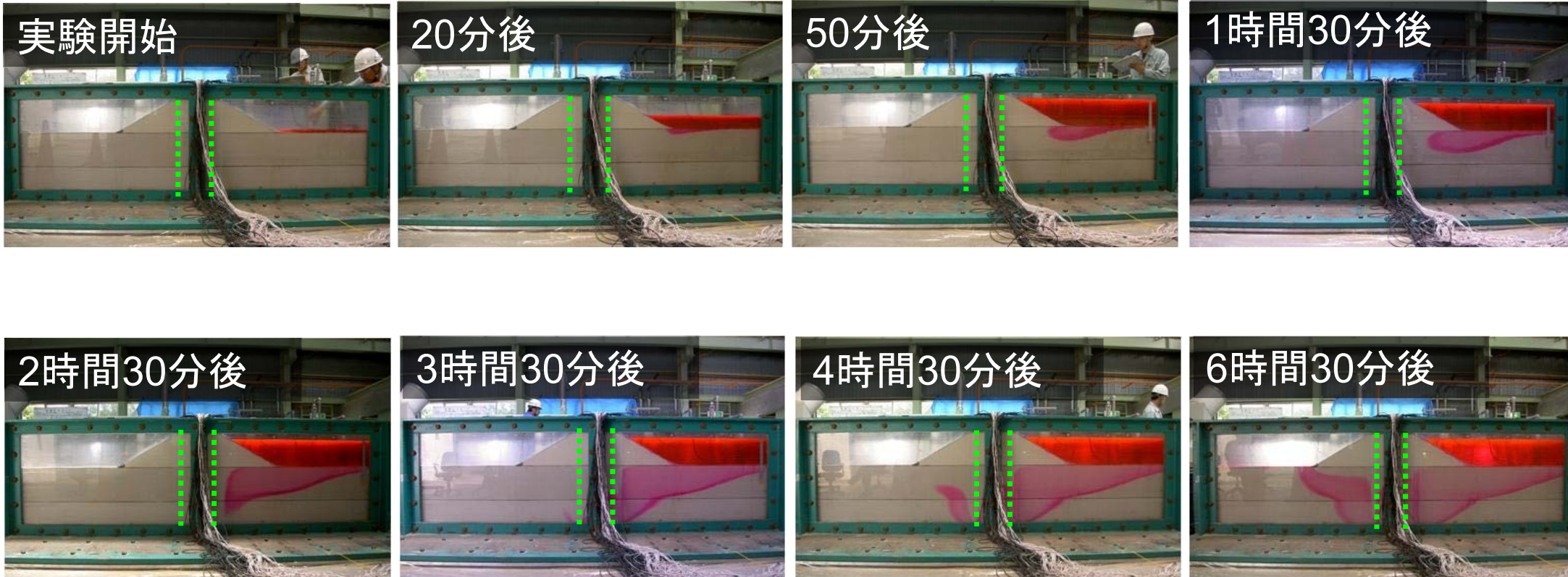
開始60分後

+200mm



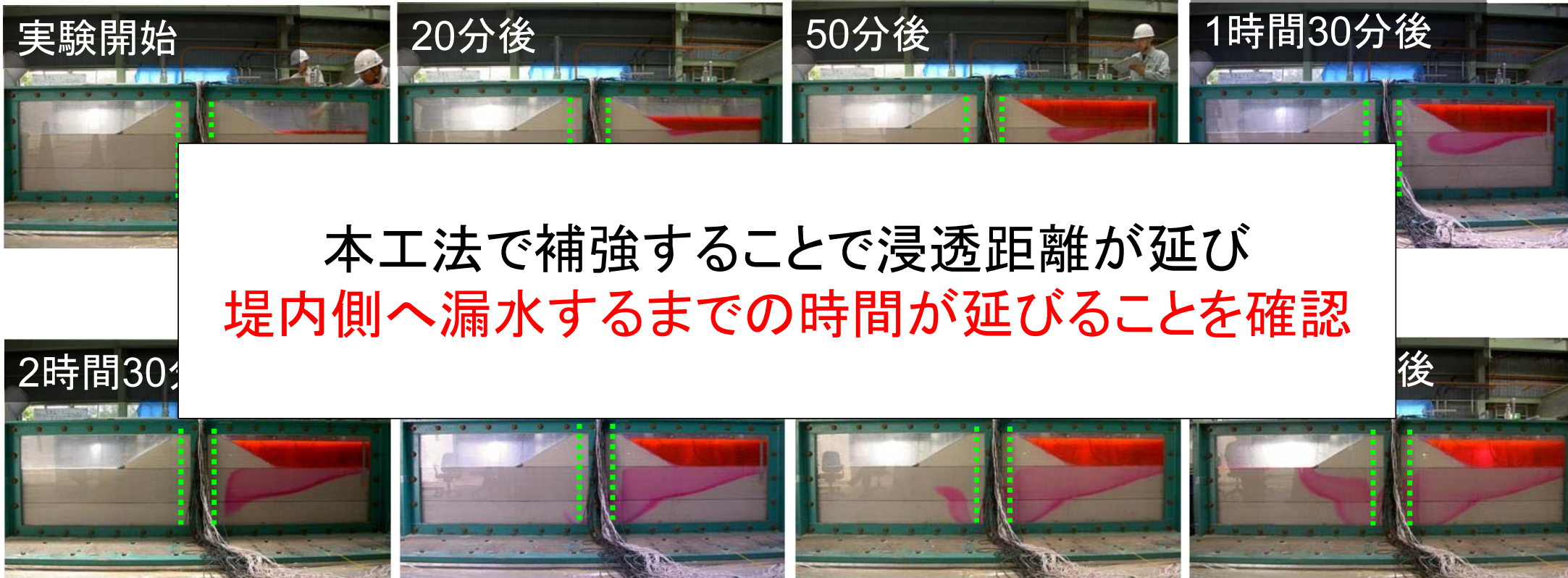
### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験結果

#### ◆浸透試験<補強あり(二重鋼矢板を用いた補強)>



### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験結果

#### ◆浸透試験<補強あり(二重鋼矢板を用いた補強)>

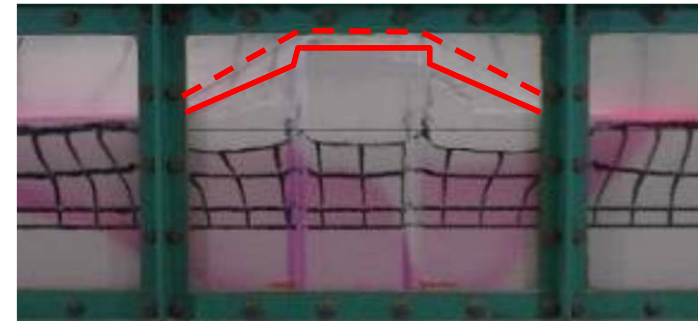
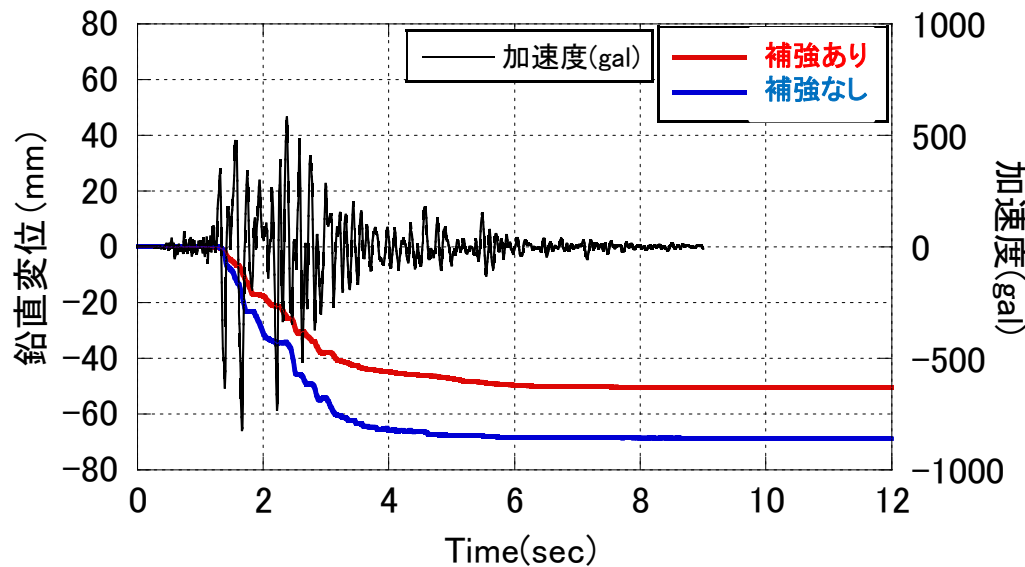


本工法で補強することで浸透距離が延び  
堤内側へ漏水するまでの時間が延びることを確認

### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験結果

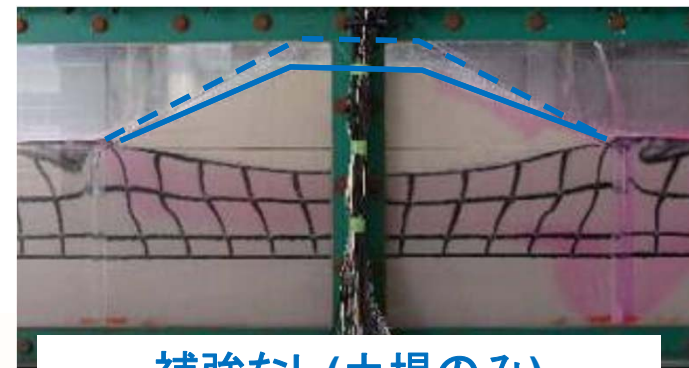
二重鋼矢板で仕切られた内側の液状化層における側方流動が抑えられることで堤防天端の沈下量が低減できる

#### ◆加振実験



点線：試験前  
実線：試験後

補強あり(二重鋼矢板を用いた補強)

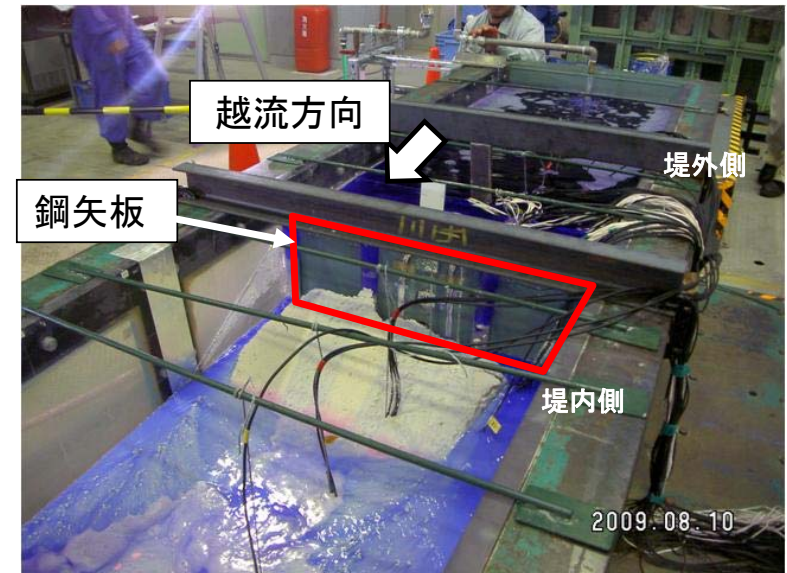
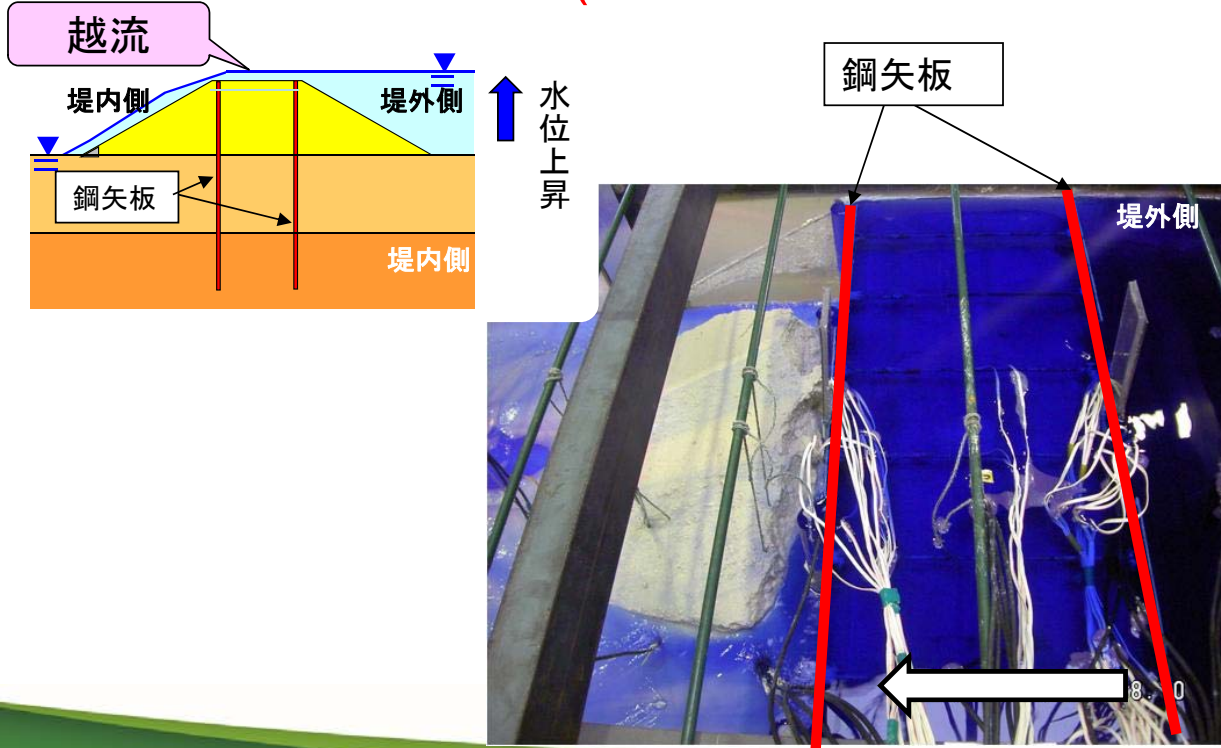


補強なし(土堤のみ)

### 3-2.洪水 & 地震複合作用の実験結果

二重鋼矢板により、天端高さが確保され堤防機能が維持される**越水による破堤抑止効果を確認**

#### ◆越流実験<補強あり(二重鋼矢板を用いた補強)>

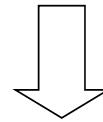


越流により堤内側の**法面は崩壊するものの堤体高さは維持**



### 3-3.洪水 & 地震複合作用の実験結果まとめ

天端部の限定範囲の二重鋼矢板締切り



浸透・加振(液状化)・越流の複合作用に対しても、  
浸透水の遮断や**壊滅的な破堤の防止などの効果があり、**  
**総合的な対策として「二重鋼矢板を用いた堤防補強技術」**  
**が活用できる可能性があることを確認した。**

1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

2. 鋼矢板を用いた堤防補強技術

3. 実験による検証

4. 設計手順・試設計例

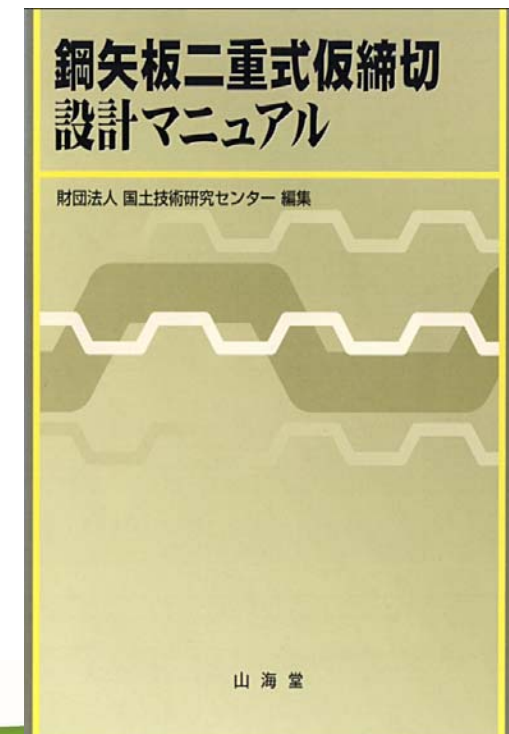
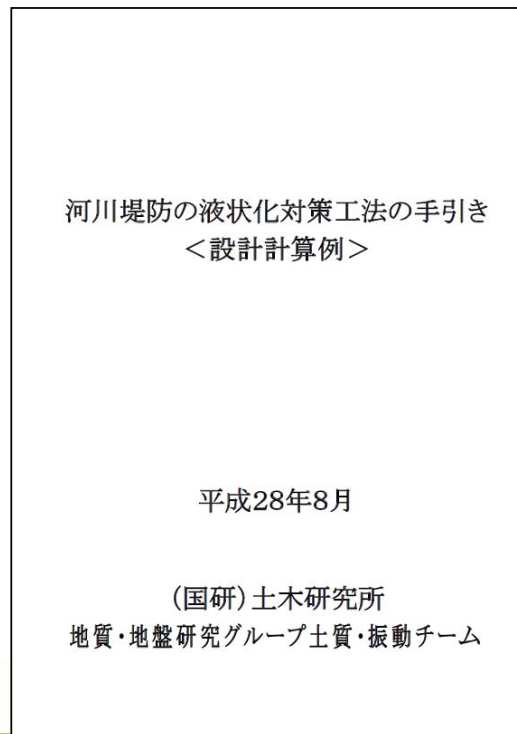
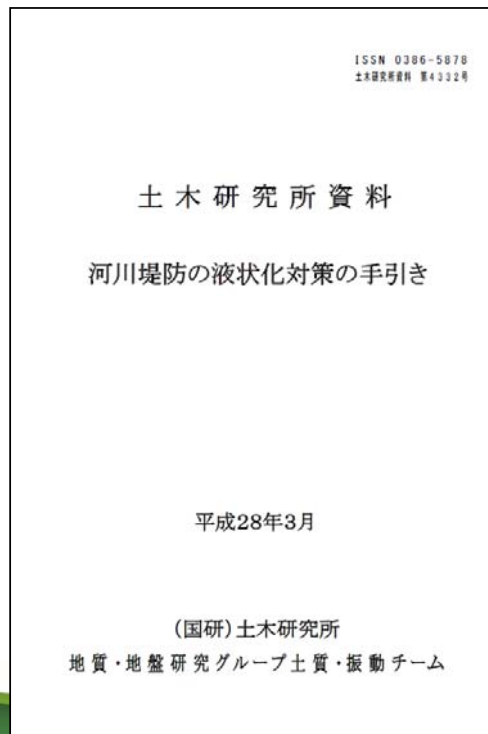
5. 採用事例

## 4-1.二重鋼矢板を用いた補強技術設計(参考文献)

本技術は、液状化に対しては①、洪水に対しては②に示された方法を用いて設計が可能。

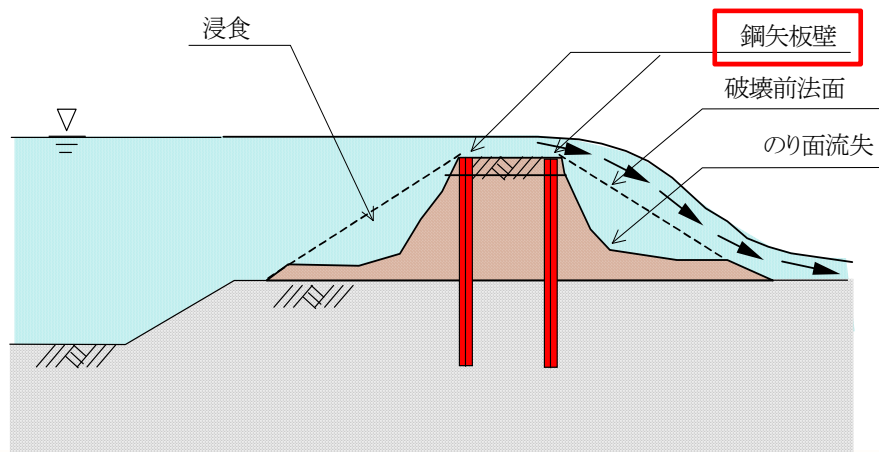
### ◆ 参考文献

- ①「河川堤防の液状化対策の手引き」および「同＜設計計算例＞」 土木研究所
- ②「鋼矢板二重式仮締切設計マニュアル」 国土技術研究センター

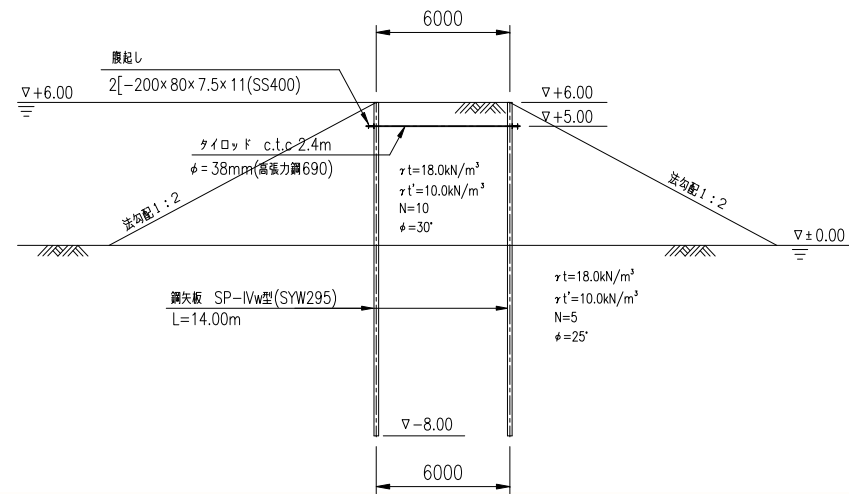


## 4-2.二重鋼矢板を用いた補強技術設計例(洪水時)

- ・越水時に天端高さを維持、壊滅的な被害を防止することを想定する。
- ・堤内・外のり面が流出し、二重矢板締切り構造のみで自立する条件を想定して計算を行う
- ・せん断変形、堤体の滑動、鋼矢板の応力照査および根入れの計算を行う。
- ・越水検討時の鋼矢板の許容応力は1.5倍に割増して(短期扱い)計算する。
- ・設計外力や設計地盤面高さなどの条件設定が重要となる。



設計時の想定状況



洪水時の設計例

1. 国土交通省の河川堤防に関する技術検討会等の動き

2. 鋼矢板を用いた堤防補強技術

3. 実験による検証

4. 設計手順・試設計例

5. 採用事例

## 実施例① 貯水池の災害復旧

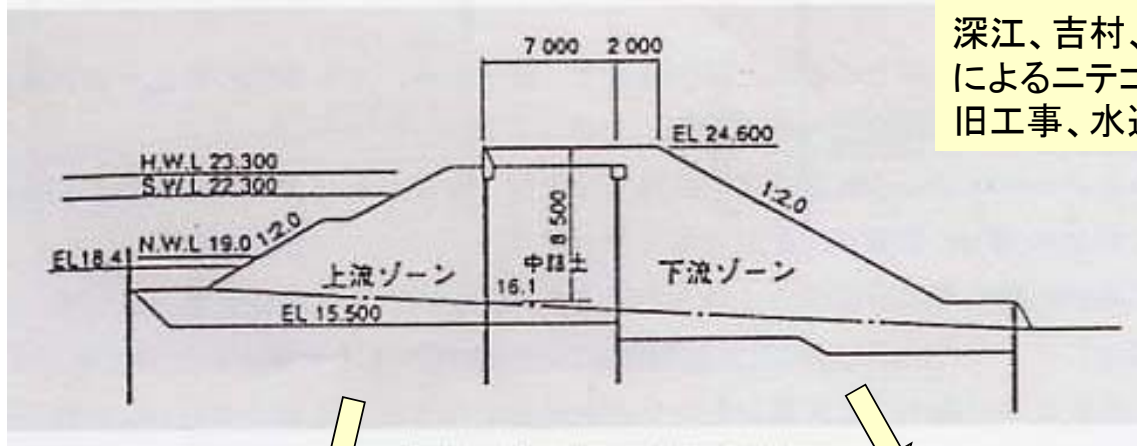
**Niteko Dams Complex**

**1995 Kobe, Japan  
Earthquake**



# 実施例① 貯水池の災害復旧

## ◆ 兵庫県西宮市ニテコ池

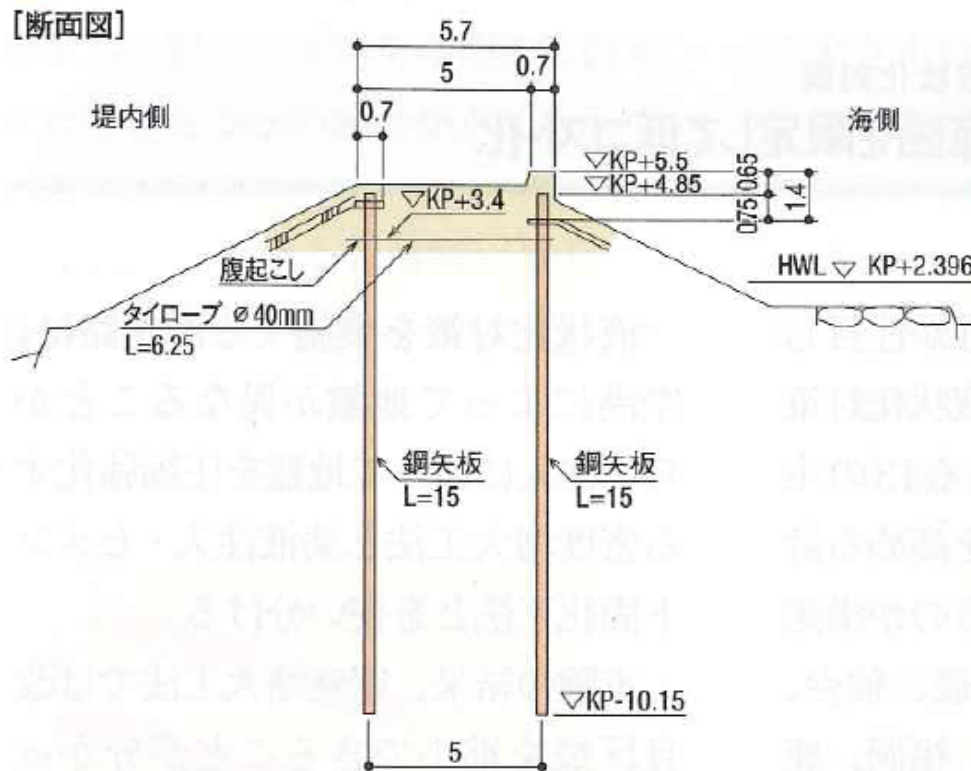


深江、吉村、須藤：兵庫県南部地震によるニテコ池の被災状況と災害復旧工事、水道協会雑誌、66-7, H9.7



## 実施例② 海岸堤防の耐震補強

### ◆ 愛知県三河港 海岸堤防



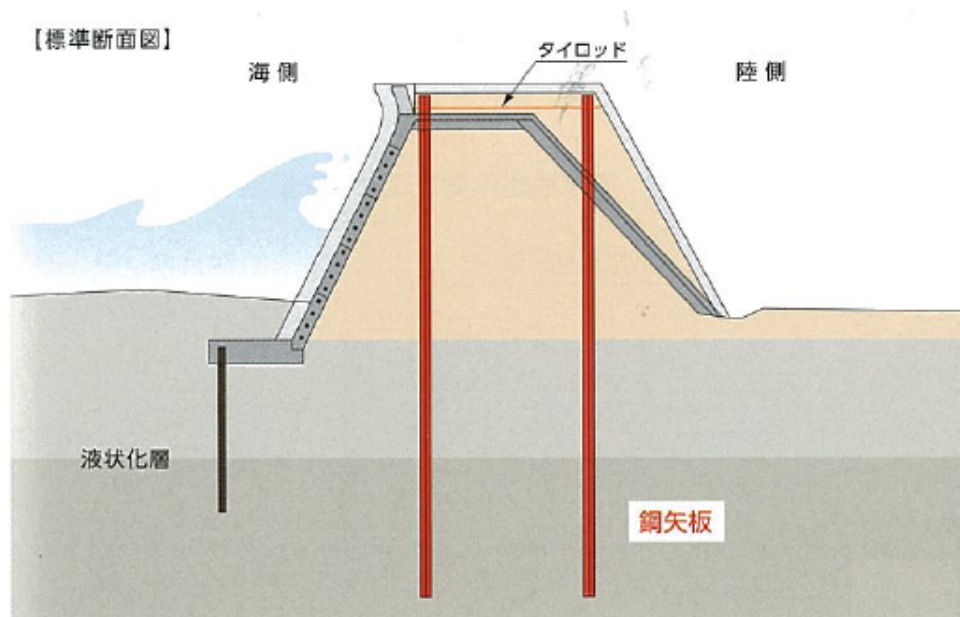
2009.10.23日経コンストラクション抜粋

二重式鋼矢板による液状化対策として採用



## 実施例③ 海岸堤防の液状化対策

### ◆ 高知県仁ノ海岸堤防



インプラント構造～災害復旧・国土防災・都市再生・インフラ整備～コンセプト&適用例, IPA国際圧入学会より

## まとめ

- 越水および加振を与えた場合、**本技術で補強した堤防は、補強なし(土堤のみ)に対して破堤および沈下を抑止する効果がある。**
- 洪水時の地盤内の浸透およびレベル2 地震動に相当する加振を与えても、**二重鋼矢板により遮水性能が維持され、越流時の破堤も生じないことを確認した。**
- 本技術に関する設計は、**発行されている設計図書を元に設計が可能であるが、設計外力や設計地盤面高さなどの条件設定が重要となる。**
- これまでに主に**海岸堤防の耐震・液状化対策として採用いただいている。**



ご清聴頂き  
有難うございました。