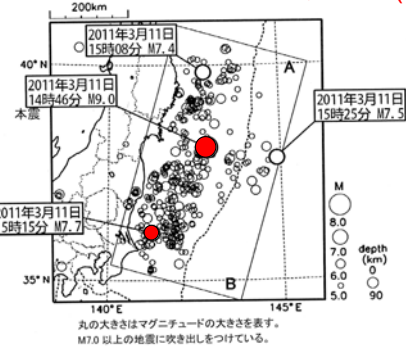


# 「津波による建造物の被害」

九州工業大学: 幸左賢二

## 2011東北地方太平洋沖地震(土木学会4.11報告会資料)

### 3月11日12:00-23日12:00余震分布(気象庁)



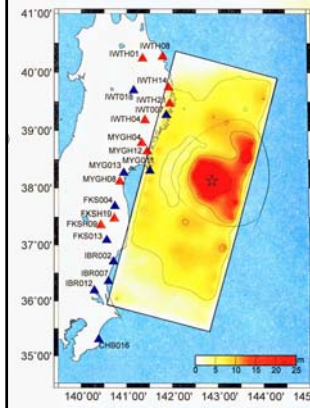
## 三陸沖北部から房総沖の評価対象領域

地震調査本部・強震動部会  
強105参考資料3

(土木学会4.11報告会資料)



## 強震記録を用いた震源過程の解析(暫定)

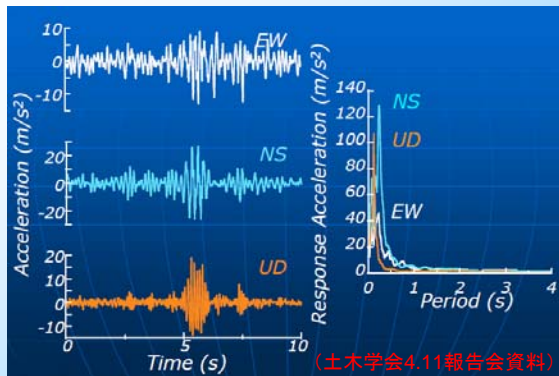


- 走向: 195度
- 傾斜: 13度
- 大きさ: 501kmX210km
- 最大滑り: 23m
- Mw=8.9

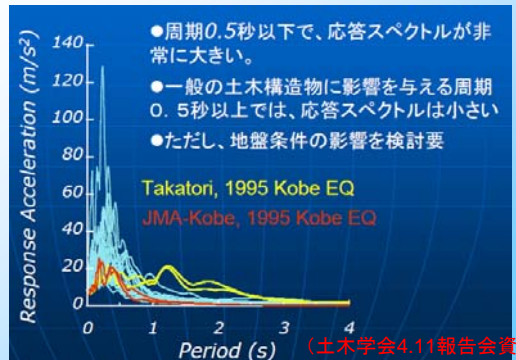
防災科学技術研究所による

(土木学会4.11報告会資料)

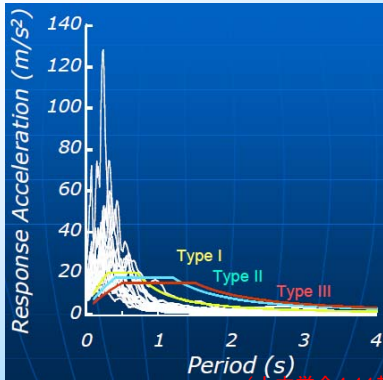
## 加速度応答スペクトルが最も大きかった築館



## 1995年兵庫県南部地震による代表的地震動との比較 JMA神戸、及び、JR鷹取駅



### 道路橋示方書タイプ2地震動との比較



(土木学会4.11報告会資料)

### I. なぜ橋梁被害に着目したのか 内容構成

- スマトラ沖地震による道路構造物被害
- 津波に対する橋梁設計法提案
- II. 橋梁被害の概要
- III. 代表例1:小泉大橋
- IV. 代表例2:沼田跨線橋
- V. 代表例3:南三陸町八幡川周辺
- VI. まとめ・課題

### タイトル

## 「津波による道路構造物の被害予測とその軽減策に関する研究」

新道路技術会議 優秀技術研究開発賞

九州工業大学:幸左賢二 金沢大学:宮島昌克  
 筑波大学:庄司 学 防衛大学:藤間功司  
 京都大学:小野祐輔 九州工業大学:重枝未玲  
 九州工業大学:木村吉郎 九州工業大学:廣岡明彦

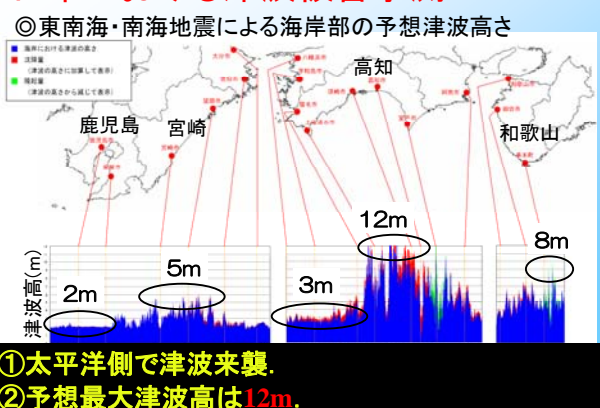
### I-I.プロジェクト研究背景 研究背景1

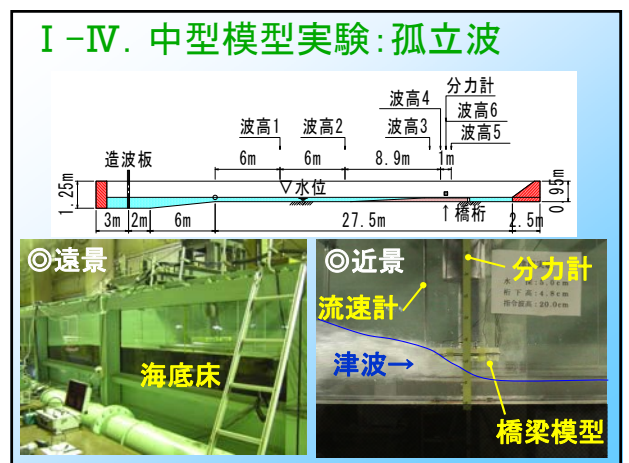
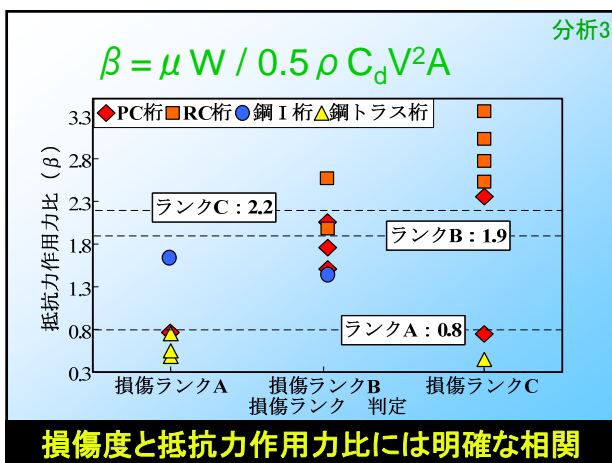
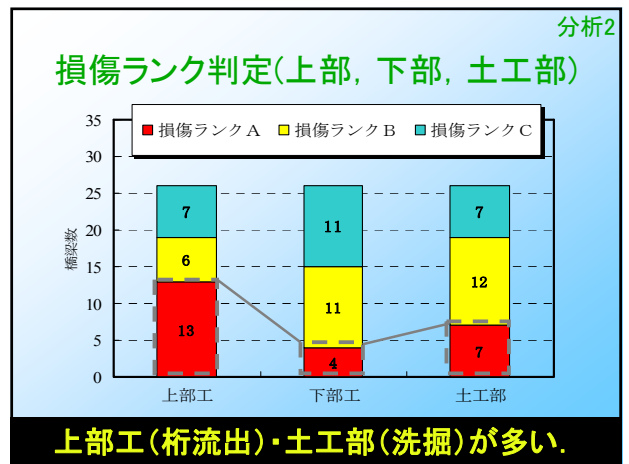
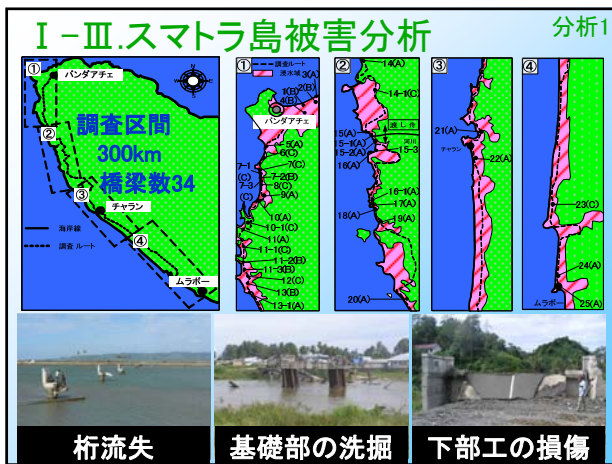
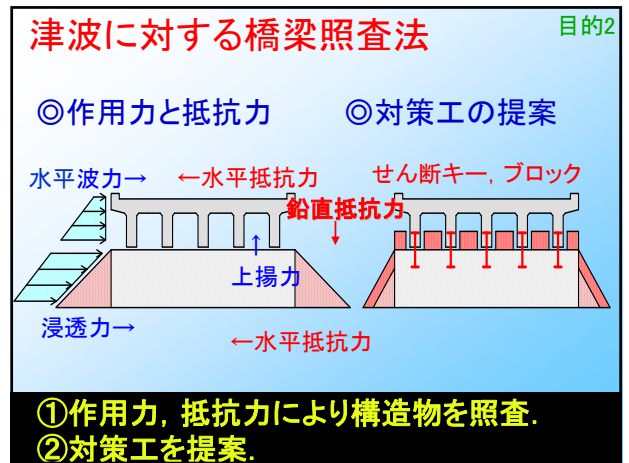
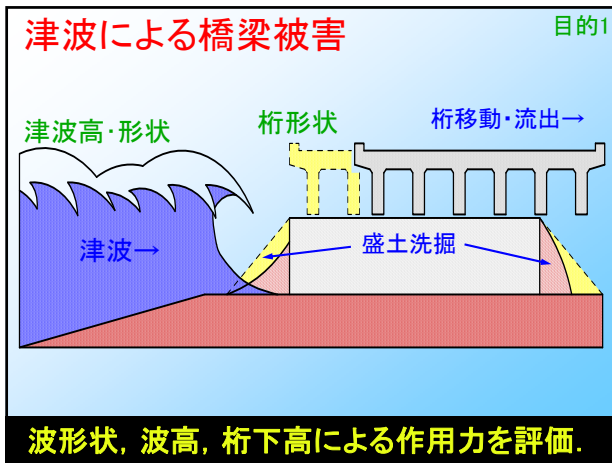
- 1.スマトラ沖地震による巨大津波により、道路構造物に甚大な被害発生。  
173橋のうち、73橋流失  
橋梁の流失や大規模な洗掘が発生
- 2.南海・東南海地震による被害予測・設計法の確立が急務

### スマトラ沖津波による代表的被害例 研究背景2

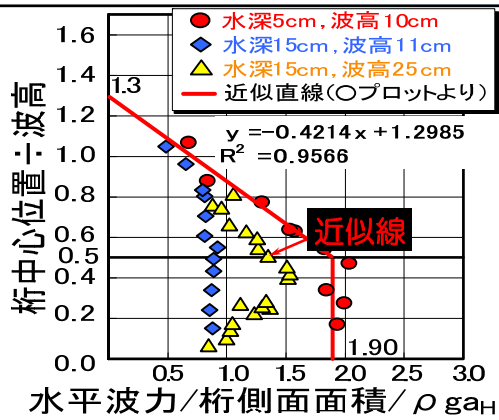
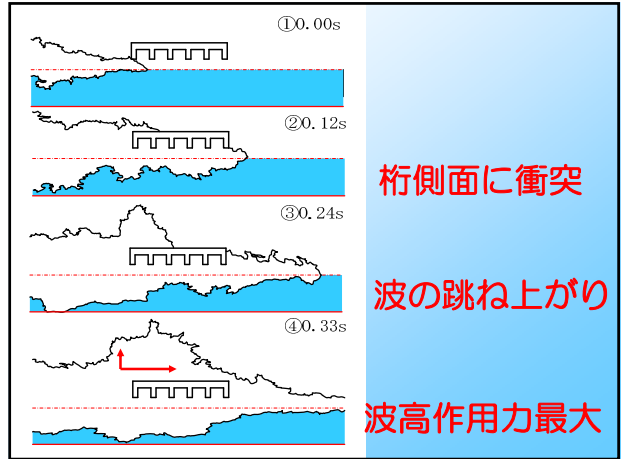
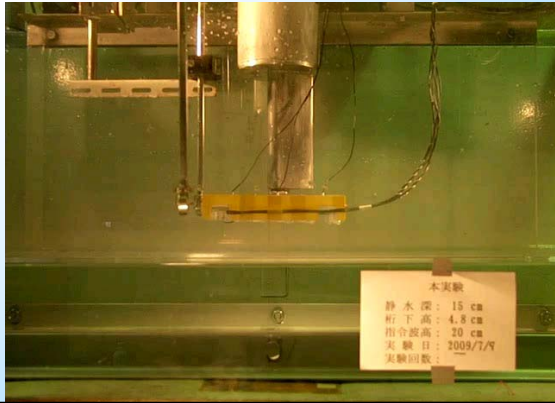


### 日本における津波被害予測 研究背景3





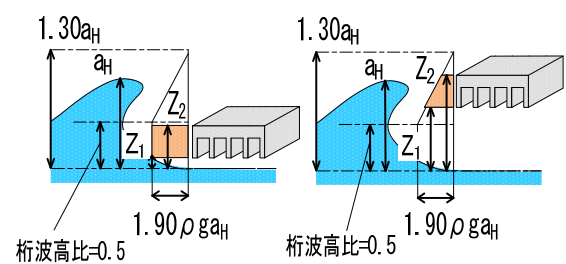
### 実験-碎波有



実験結果を包括する近似線を算出。

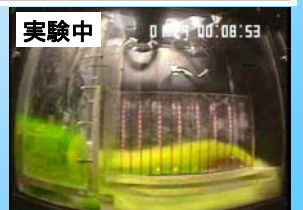
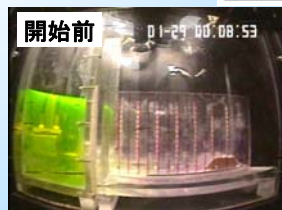
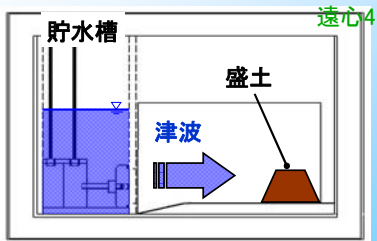
### ◎水平波力算定式の提案

(a) 桁波高比0.5以上の場合 (b) 桁波高比0.5以下の場合



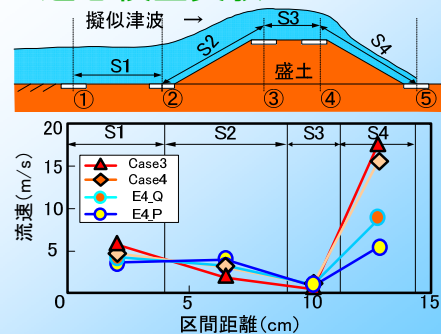
●  $qx = \rho g (3.10a_H - 2.38Z)$  ●  $qx = 1.9\rho ga_H$

### ◎実験状況



### I-VI:遠心模型実験

遠心6

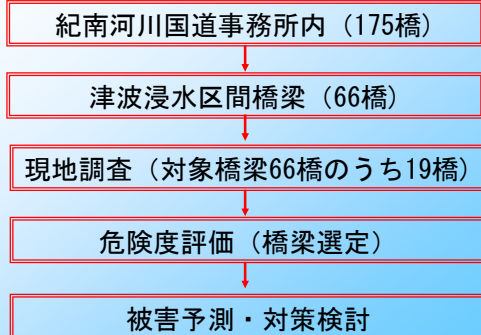


流速は盛土背面が大きい

## I-VII: 橋梁津波対策分析(和歌山)

対策1

### ◎作業フロー



## 橋梁津波対策分析例

対策2



## I-VIII. プロジェクト研究成果

- 被害分析により、桁、背面盛土損傷が多い  
橋梁の危険部部位の特定
- 中型・小型模型実験より、水平波力、上揚力を推定。  
想定津波高での水平力上揚力モデル提案
- 盛土高(4m)、越流高、被害程度を遠心模型で照査  
想定津波高、盛土高での被害判定法提案・  
コンクリート護岸工の効果を検証

## II. 橋梁被害の概要

大規模損傷(桁流失・背面土洗掘)

### 1. 道路

国道45号: 9箇所

県道: 14箇所

市町村道・歩道橋: ? (幅員小)

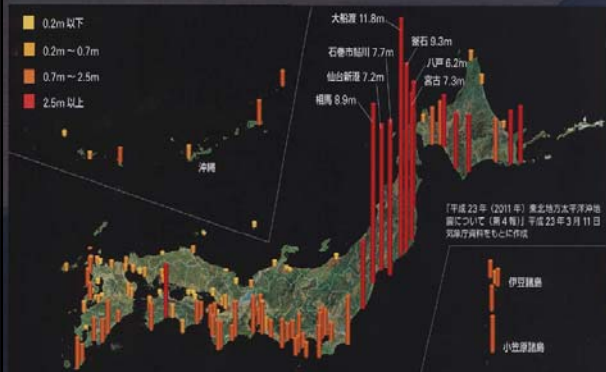
### 2. 鉄道

JR東日本: 桁流失・埋没101箇所

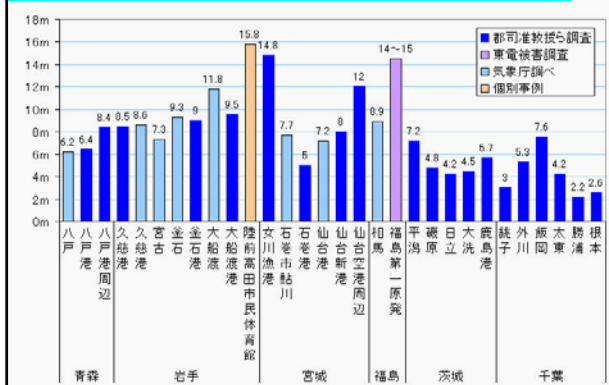
その他: ? 合計: 200箇所?

## 気象庁資料(検潮計水位)

東北地方太平洋沖地震で各地に到達した津波の高さ



## 確認された津波高さ: 10~15m

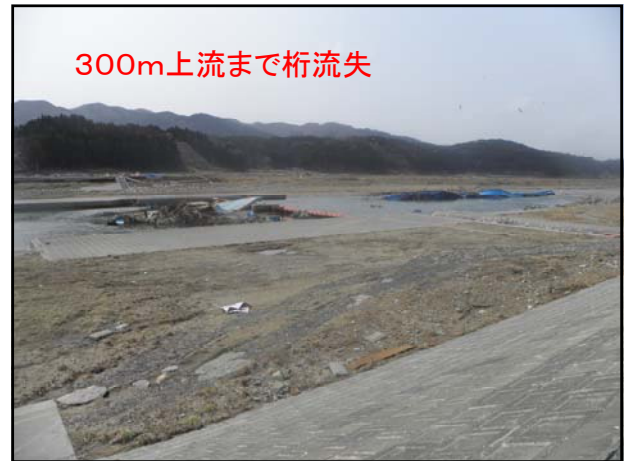
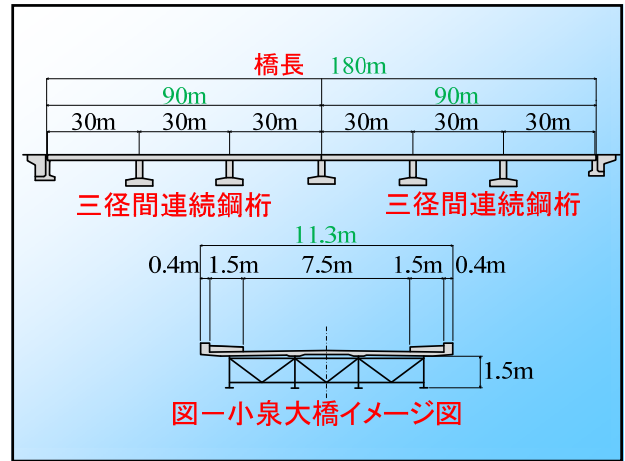




国道45号(9箇所):

- 1.気仙沼市周辺  
 小泉大橋(桁流失)・二十一浜橋(背面土流失)  
 歌津大橋(桁流失)・水尻川(背面土流失)
- 2.陸前高田市周辺  
 気仙大橋(桁流失)・川原川橋(背面土流失)  
 浜田川橋(背面土流失)・沼田跨線橋(桁流失)
- 3.釜石市周辺  
 浪板橋(拡幅桁流失・背面土流失)

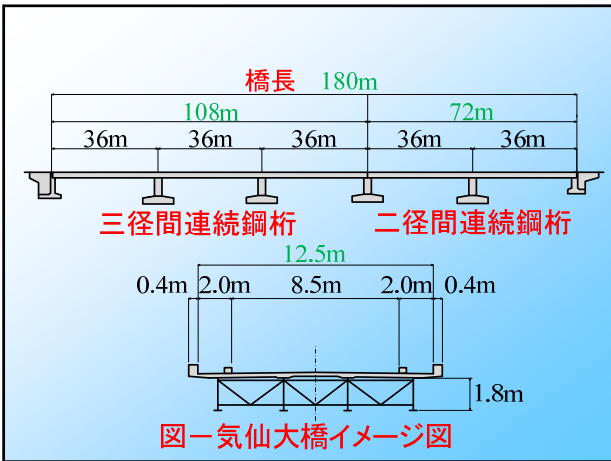




気仙大橋・姉齒橋・沼田跨線橋



気仙大橋(鋼桁流失)



沼田跨線橋: 単純3径間PC桁背面土・桁流失



桁解体・迂回路整備(4月1日)





高田松原も流失



迂回路整備・桁解体作業中



RC巻き・落橋防止工完了



橋台背面流失・応急復旧(迂回路整備)  
・45号通行可能

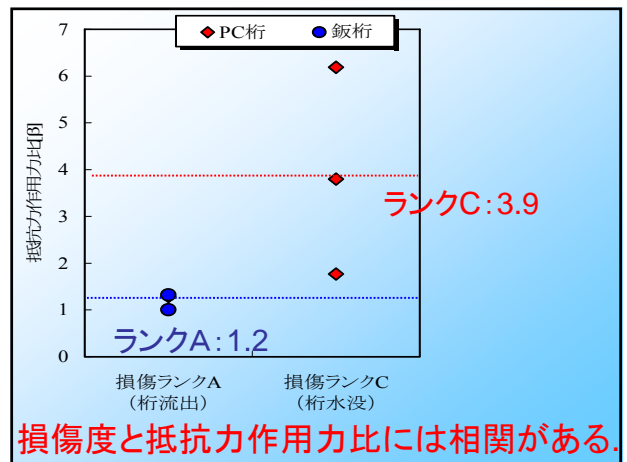
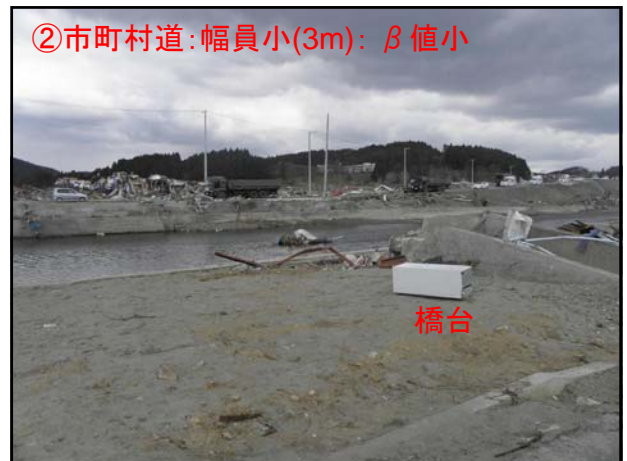
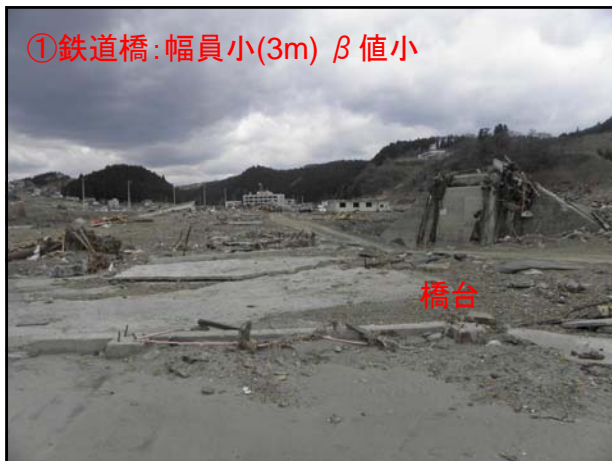


V. 南三陸町(志津川)八幡川周辺



橋は強いが、6橋中3橋流失





- まとめ・課題:
1. スマトラ沖地震による橋梁被害に極めて類似  
 $\beta$  値で評価可能?
  2. 構造物の耐津波設計の必要性  
なぜ実施しないのか?
  3. 現地調査の重要性  
見て考えることが必要



RC造・倒壊・移動



RC造: 流失していないが, 倒壊している



建築研究所報告:

1. 津波避難ビル等に係るガイドラインの水平力では倒壊しない。
2. 天井との間に空気がたまって浮力が発生(浮力の影響)

課題Ⅱ: 新北上大橋(橋長565.7m)



トラス桁2径間が流失



変位制限コンクリート損傷(水平力+上揚力)



トラス桁400m移動



新北上大橋右岸付近建物



課題のまとめ:

1. コンクリート造・橋梁とも耐津波性能高い
2. 7割の構造物損傷小
3. 対策可能
4. 例えば, 7階建ての津波避難ビル

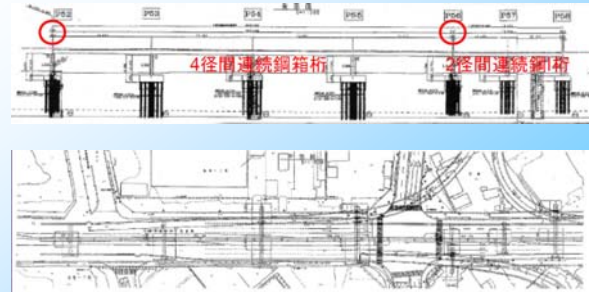


女川町津波避難ビル: 4階まで浸水

### 課題3:地震動被害

1. 広範囲だが, 比較的小さい
2. 旧基準橋梁(新幹線)
3. ゴム支承(繰り返しの影響)
4. 液状化(繰り返しの影響)

### 積層ゴム支承が破断した橋梁



### 積層ゴム支承の破断(P56)

橋軸直角方向に破断、水平移動50cm、段差50cm

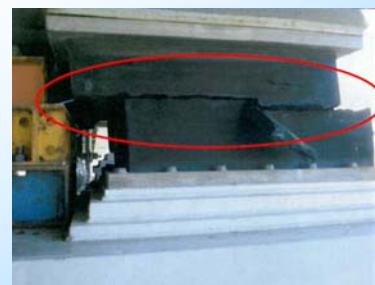


G8(海側)  
反力分散設計  
天然ゴム寸法  
520×570×225mm  
NEXCO東提供

4径間連続箱桁(4主桁)+2径間連続鋼I桁(8主桁)

### 積層ゴム支承の破断(P52)

橋軸直角方向に破断、水平移動15cm



S8(山側)  
寸法  
720×720×329mm

NEXCO東提供

### 積層ゴム支承の破断 まとめ

1. 積層ゴム支承に生じたせん断ひずみの大きさ?
2. 従来の载荷実験では,内部鋼板とゴムに接着面で剥離せず
3. 積層ゴム支承の製作,品質の問題?
4. NEXCO東で原因究明を予定

### 最後に:海洋性地震の共通点

1. スマトラ沖・チリ・東日本大地震
2. 津波被害大
3. 地震動さらに長周期・繰り返しの影響が大
4. 被害規模は?

## 中国・四国での問題点

1. 津波に対する予想および対策が必要
2. 浸水域・浸水高さはかなり正確
3. 太平洋沿いは巨大津波
4. 瀬戸内海側でも5m以上の場合は大規模対策が必要？