

(独) 港湾空港技術研究所 菅野高弘
 Takahiro Sugano,
 Port and Airport Research Institute

地震と津波複合被害
 EQ and subsequent Tsunami damages

先に 地震動作用
 次いで津波作用
 EQ >> Tsunami

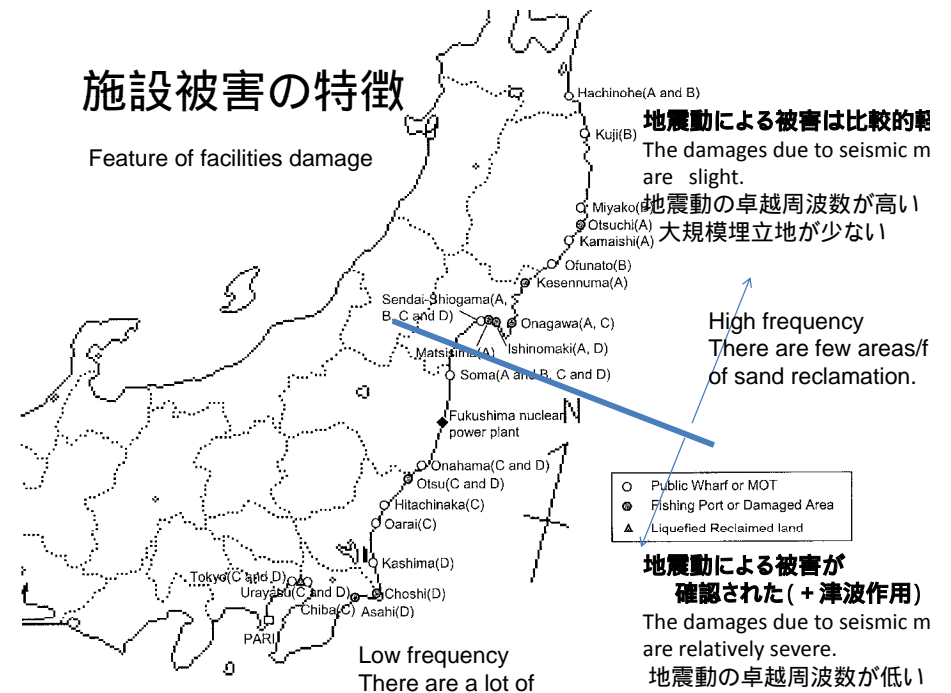
- ・ 余震による繰返作用 (数ヶ月間)
 after shock (few months)
- ・ 津波の第二波・第三波 (1日程度)
 second, third,,,,, tsunami

地震被害
 津波被害

対象施設

施設被害の特徴

Feature of facilities damage



液状化への地形の影響 仙台空港 エプロン部



液状化対策の効果

3月18日撮影 March 18

対策済み滑走路 Improved runway

滑走路は健全であり、航空機の運用が可能
 The runway keeps 'Serviceability' just after the EQ,
 However, It took one week to cleanup the debris due to Tsunami.

大型輸送機の離着陸は3月16日から、民間航空機は
 4月13日から再開 The urgent goods transportation by the C130was
 begun on March 13. The operation of the passenger plane restarted on April 13.

液状化対策未施工部分では、
 沈下・段差が発生し航空機の運用のために
 修復工が必要

3月18日撮影 March 18

3月20日撮影 March 20

未施工部分 平行誘導路
 Un-improved taxi way

岸壁隅角部の被害 相馬港 1号ふ頭 Soma port



- 地震動 > 液状化が発生
 > 舗装及び矢板に損傷
 > エプロン部: 洗掘が発生
 > 海側基礎部: 洗掘されて不安定化
 > 被害が拡大

過去の地震被災事例では隅各部分は被害程度が小さかった



過去の地震被災事例ではバース全体が同様の被災

- 地震動 > 液状化が発生
 > 舗装及び矢板に損傷
 > エプロン部: 洗掘が発生, 矢板が突出
 > 海側基礎部: 洗掘されて不安定化
 > 引き波時の水圧差・波圧で破壊
 - 陸側の構造物の作用により流速が局所的に高速化した位置と調和的

バース延長の一部で局所的に破壊

津波作用により地震動による被害の痕跡が良く分からない
 過去の事例との比較から、消去法で被災原因を推定

掘込港湾の被害 鹿島港 Kashima port



北公共埠頭地区矢板式岸壁
 軽微な被害

Excavated pier showed good Performance.

Damage of the reclaimed marsh part
 ↓
 comparatively extensive.



沼を埋立た部分

南公共埠頭地区重力式岸壁C(-7.5m)

地震被害のまとめ

・ サイト特性と被害程度に相関が有る

青森,岩手県: 高周波が卓越 被害程度 小さい
 宮城,福島,茨城県: 低周波側 被害程度 大きい

・ 埋立地の液状化

三陸海岸: リアス式海岸 大規模な埋立地が少ない
 掘込港湾: 被害程度 小さい
 地震動の特徴 (長継続時間・長周期) と被害程度

・ 微地形の影響

被害程度が大きい部分 古地図を見ると「沼だった」
 砂丘と後背湿地

施設の座標系で考えることも大事だが,
 地形的な座標系で見る・診る必要がある

・ 液状化対策の効果

既存施設の対策 時間と費用がかかるが,
 「対策しておいて良かった！」

・ 余震による被害拡大 > 迅速に応急復旧

・ 仕様設計(旧基準)と性能設計(新基準)

概ね旧基準で整備されていた
 作用地震動と被災程度の関係を整理し, 性能設計の
 視点で再評価 (使用性・修復性・安全性)
 照査手法の高精度化

津波作用により地震動による被害痕跡が良く分からない
 過去の事例との比較から, 消去法で被災原因を推定
 実験的に明らかにしていきたい