

**MIDAS
CONSTRUCTION
TECHNICAL
DOCUMENT
COLLECTION**

動解析・液状化分野 13



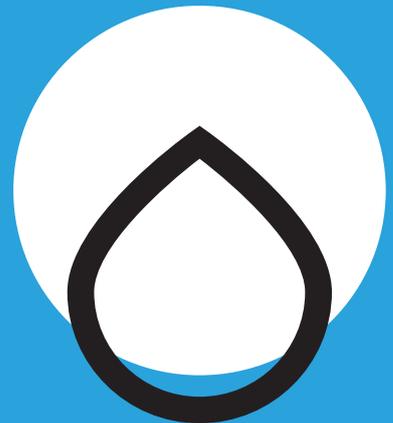
MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION

動解析・液状化分野

13.

臨海部産業施設の強靱化

早稲田大学 濱田 政則 名誉教授



臨海部産業施設の強靱化

早稲田大学 名誉教授
濱田 政則

2016年7月27日

2016 第5回 MIDAS建設分野技術講座
土木構造物の耐震・補強

講演内容

1. 液状化地盤の流動に関する研究
2. 臨海部産業施設の地震・津波被害
3. 臨海部産業施設の強靱化

1.液状化地盤の流動に関する研究

地盤の液状化による被害 (1) 建物・構造物の沈下と傾斜



1964年 新潟地震
(4階建てアパートの転倒・傾斜)



1983年 日本海中部地震 秋田市
(タンクの傾斜)



1999年トルコ・コジャエリ地震
建物の倒壊



1995年 兵庫県南部地震

地盤の液状化による被害 (2) 地中構造物の浮上 (液状化土の浮力による)



1983年 日本海中部地震(ガソリントankの浮上)



1990年フィリピン・ルソン島中部地震



1964年 新潟地震(浄化水槽の浮上)



2000年 新潟県中越地震
(マンホールの浮上)



1993年 釧路沖地震

地盤の液状化による被害 (3) 盛土・堤防の被害

5



1983年 日本海中部地震(五明光の道路)



1983年日本海中部地震(八郎潟の干拓堤防)



1964年 新潟地震(越後線盛土)



1995年 兵庫県南部地震(淀川の堤防)

地盤の液状化による被害 (4) 護岸の被害

6



1983年 日本海中部地震(秋田港)



1983年日本海中部地震(秋田港)



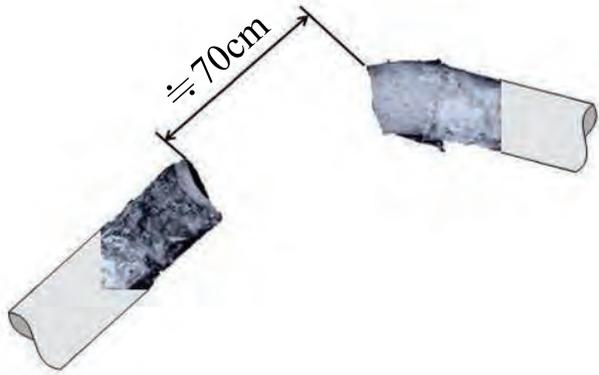
1995年 兵庫県南部地震(六甲アイランドの護岸)



1995年兵庫県南部地震(長田区)

液状化地盤の流動に関する研究のはじまり 日本海中部地震によるガス管(能代ガス水道局)の被害

7



溶接部において破断したガス導管



溶接部において破断し、喰い込んでいたガス導管

能代市内の地盤変状(地割れ, 段差, 噴砂・噴水等)

8



地盤の水平移動を示唆する地割れ(能代市)

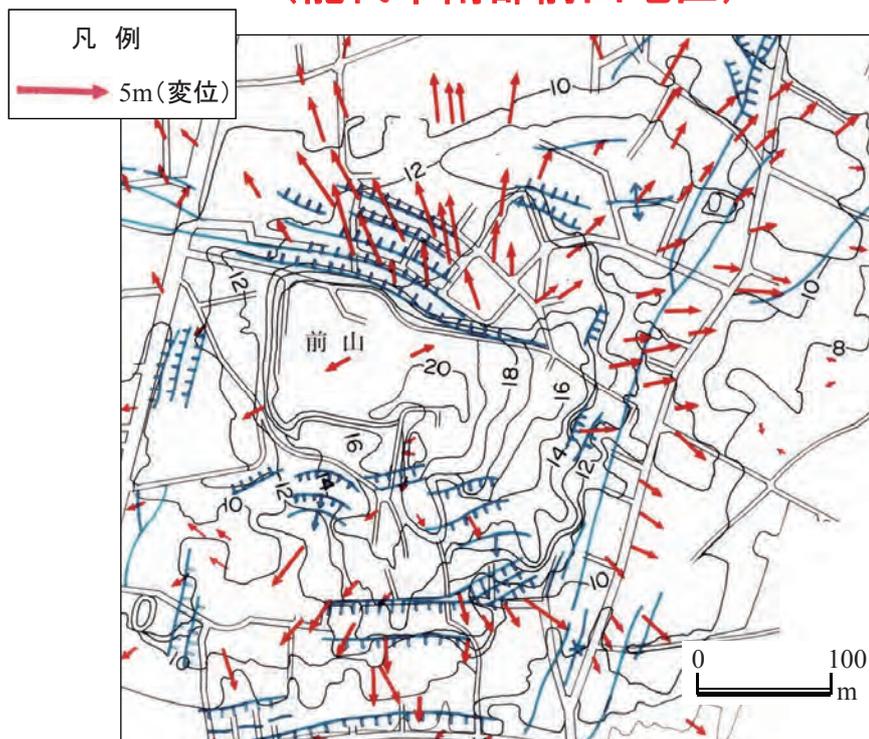
航空写真測量による地盤変位の測定

9



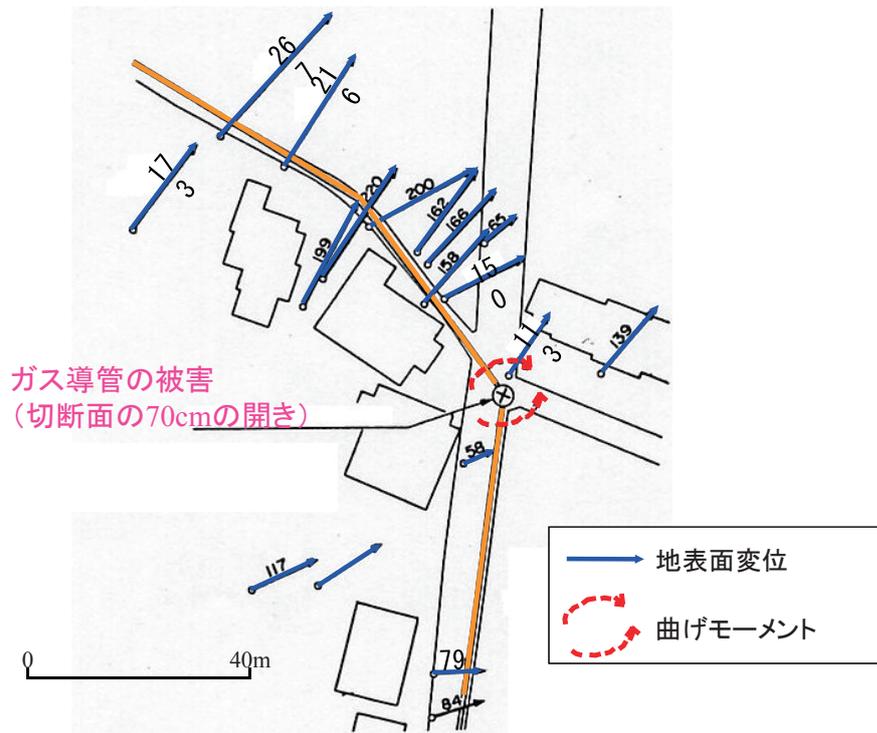
航空写真測量による地表面の水平変位 (能代市南部前山地区)

10



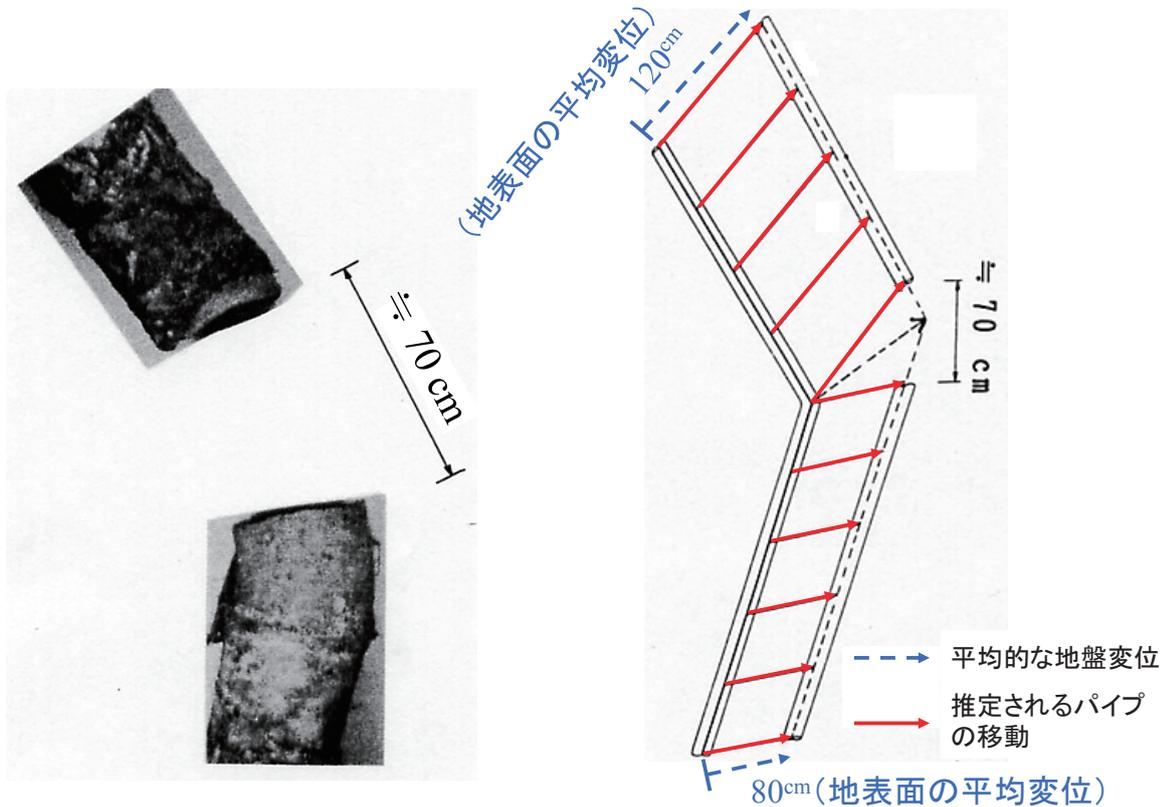
被害を受けたガス導管付近の地盤変位

11



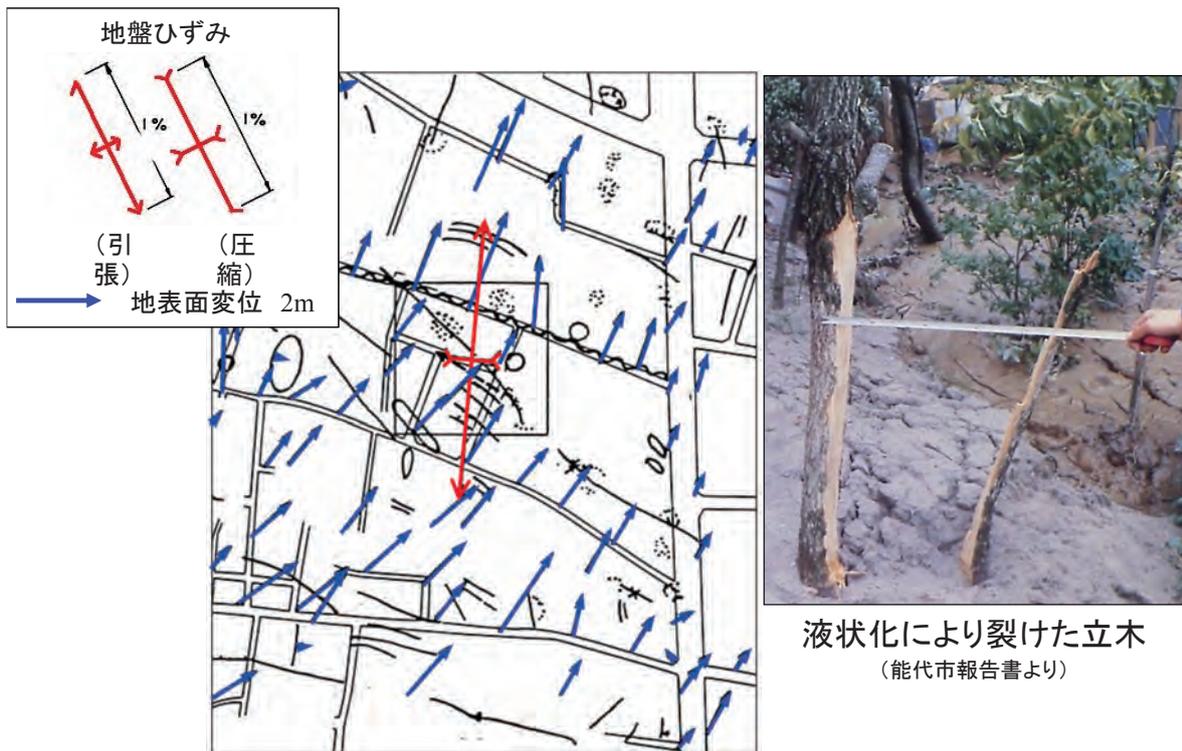
ガス導管破断面の移動

12



液状化により裂けた立木と地表面変位およびひずみ

13



既往地震における流動事例の研究

14

1964年新潟地震による信濃川沿岸(川岸町)における流動変位(cm)



1964年新潟地震による川岸町、地震前後の航空写真 15



(a) 地震直前



(b) 地震直後

新潟地震を語る市民座談会（昭和39年7月26日） 16

A氏： 私の家は信濃川から約40間の位置にありますが、屋敷は見たところ変わりありませんが、敷地の間数を測定してみたら、1間半(約2.7m)は楽に寸法が伸びているのです。地盤が街ぐるみ家ぐるみ信濃川にはり出したためと思います。

B氏： 私は今日八千代橋を渡ってこの会場に来たのですが、どうも橋際の土地が確かに信濃川の方へ伸びて土地が広がったように感じました。

C氏： 敷地の裏の生け垣ぎりぎりに家が建っていたのですが、地震後楽々と通れるようになりました。表の道路の幅も広がっているし、隣の家も向いの家も土地が広がっているのです。おかしいなあ、どうしたことかと考えてみました。

液状化地盤の流動による基礎杭と埋設管の被害 旧NHKビル基礎杭の被害

17



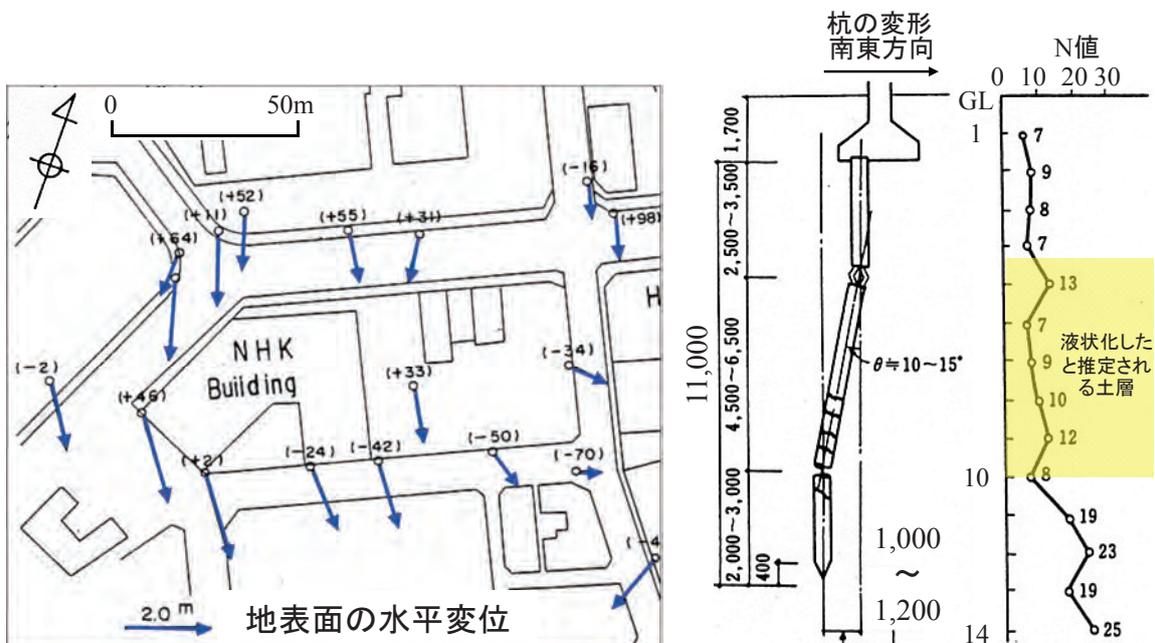
旧NHKビルのコンクリート杭の被害
(1964年新潟地震)



(大成建設・河村氏提供)

ビル周辺の地表面変位と杭の変形

18



地盤の圧縮ひずみによる埋設管の座屈

19



天然ガスパイプラインの地上への突出
(1964年新潟地震)

2. 臨海部産業施設の地震・津波被害 液状化による被害

20

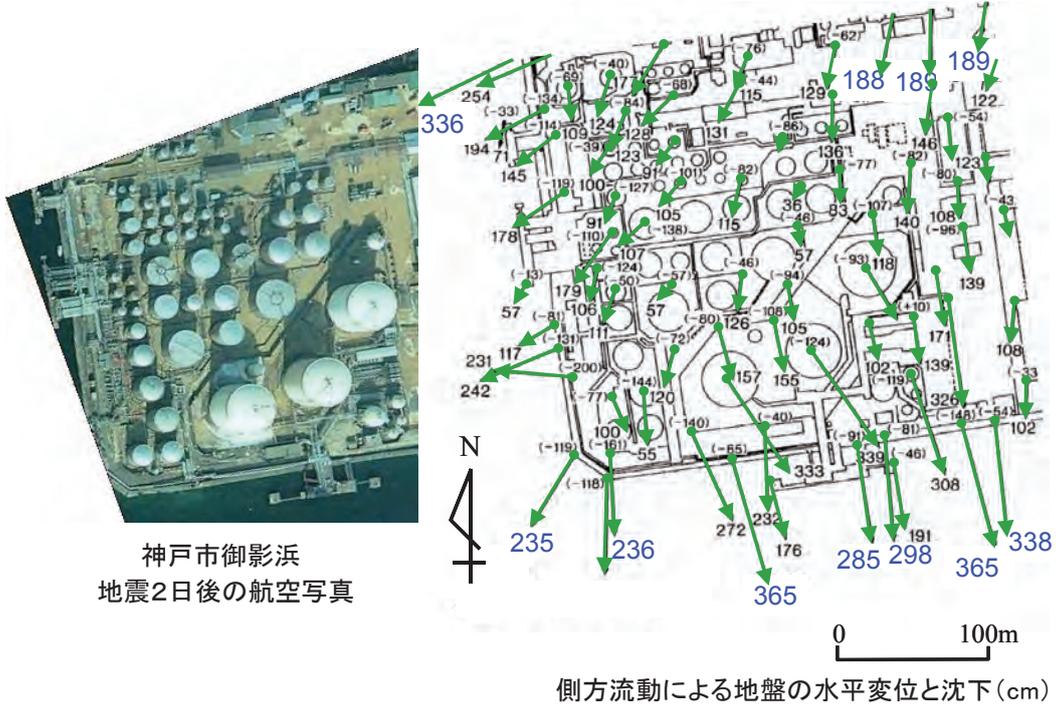


液状化によるタンクの傾斜・沈下(1995年兵庫県南部地震)

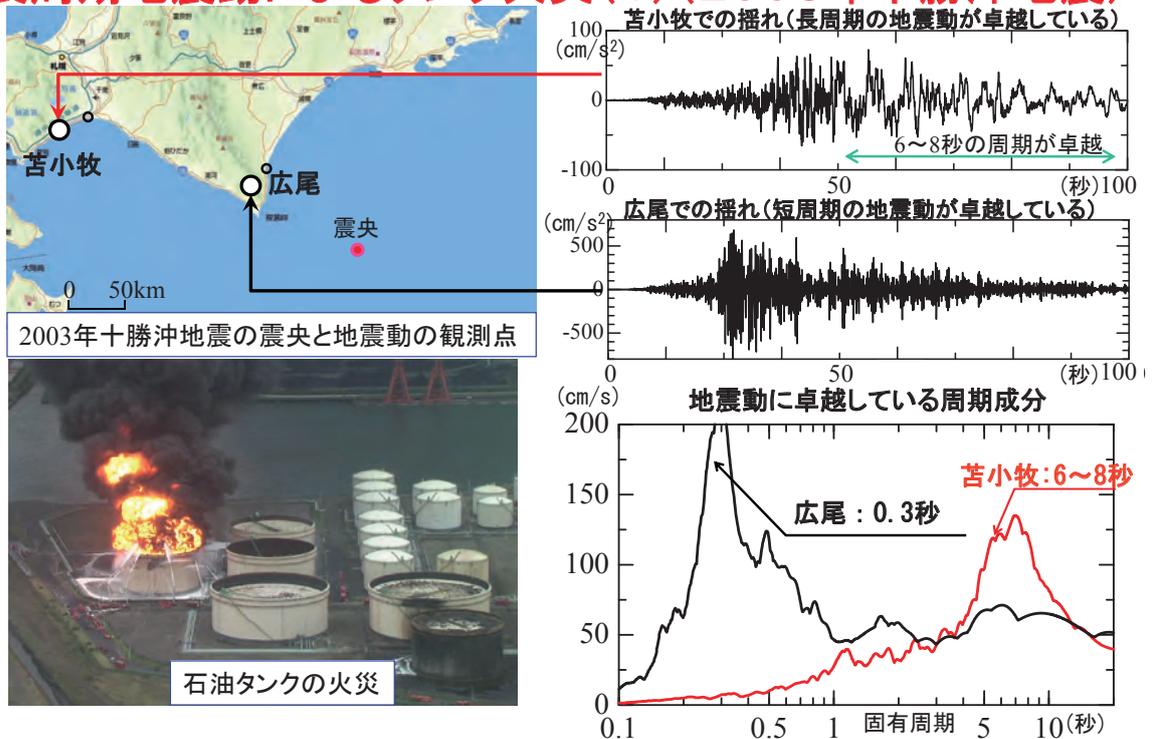


液状化による防油堤の破壊(2011年東北地方太平洋沖地震)

臨海部埋立地盤の流動(1995年兵庫県南部地震)



長周期地震動によるタンク火災(1)(2003年十勝沖地震)²²



長周期地震動によるタンク火災(2) (1964年新潟地震, 1999年トルコ・コジャエリ地震)



1964年 新潟地震

新潟地震 M=7.5
浮屋根式タンク5基 全面火災
2週間後に鎮火(津波と重油の拡散によっ
て消火活動が困難を極めた)



1999年 トルコ・コジャエリ地震

トルコ・コジャエリ地震 M=7.6
タンク6基がスロッシングによる
火災を発生

地震動・津波による危険物施設および高圧ガス施設の被災²⁴ (2011年東北地方太平洋沖地震)



千葉市球形タンクの爆発



仙台港石油精製工場



気仙沼市タンクの流出



気仙沼市海上火災

臨海部産業施設の被害予測と対策(東京湾の事例)

25

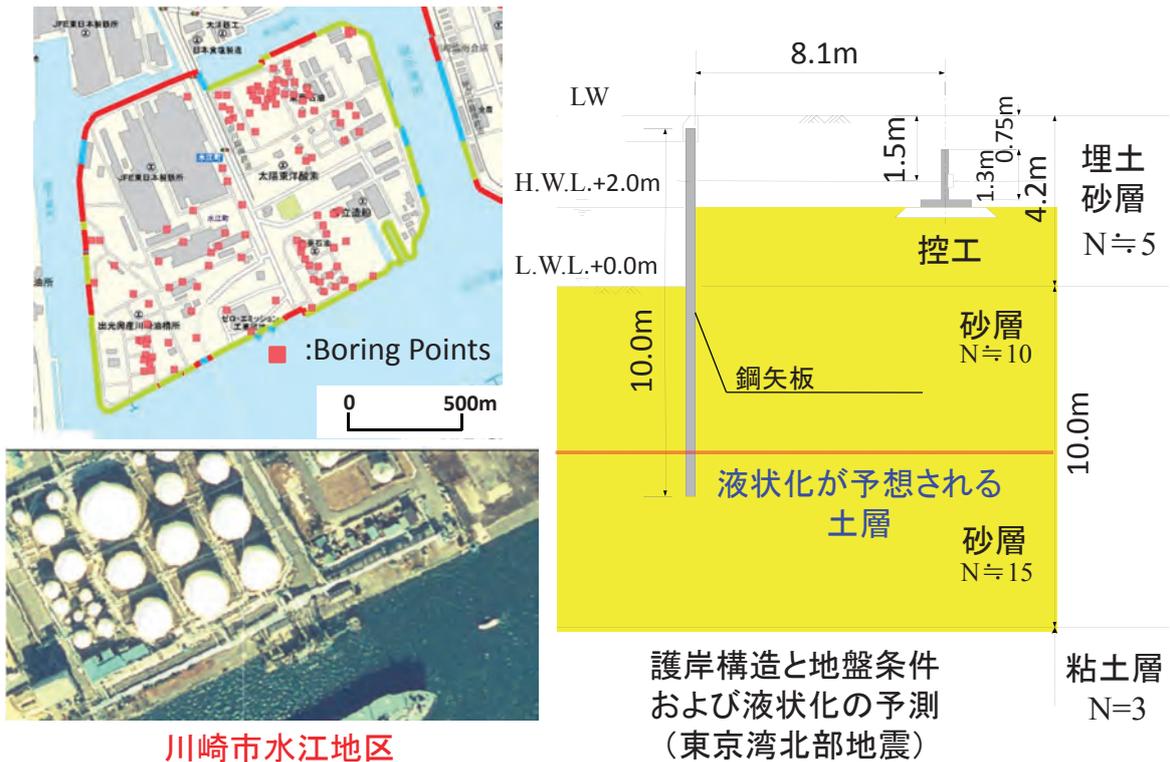
東京湾の埋立地とその歴史

(貝塚爽平編をもとに加筆)



護岸の安定性と液状化の予測 (東京湾埋立地の事例)

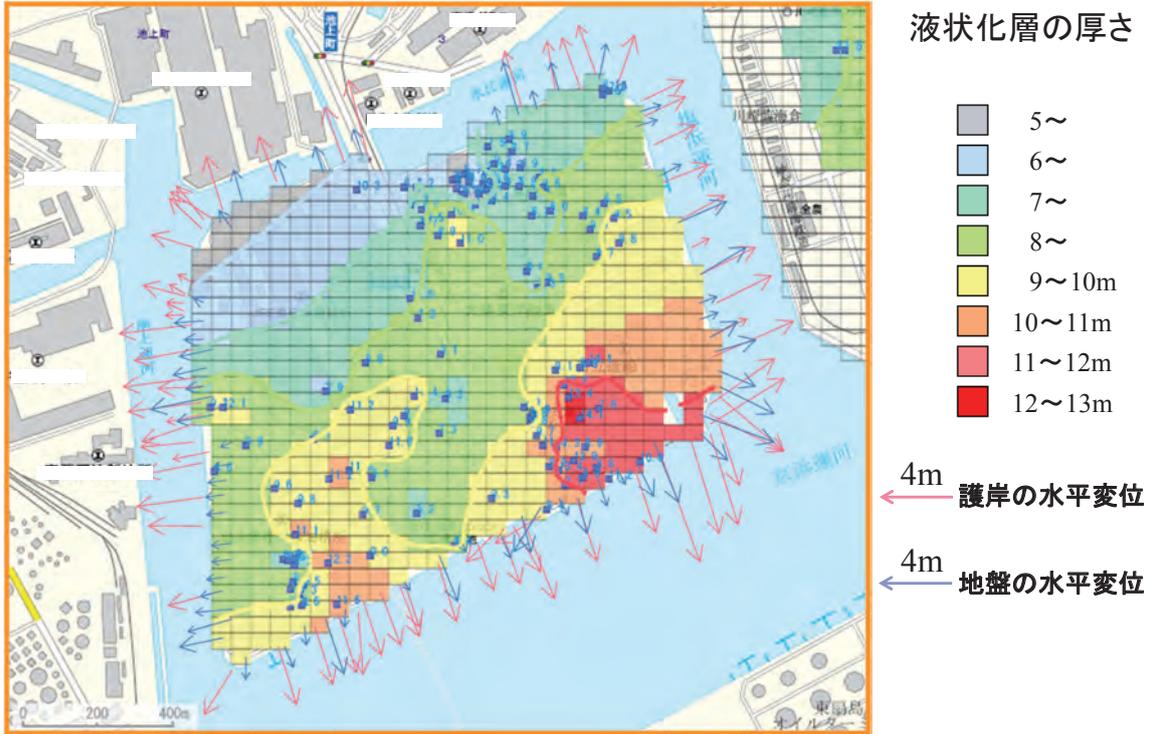
26



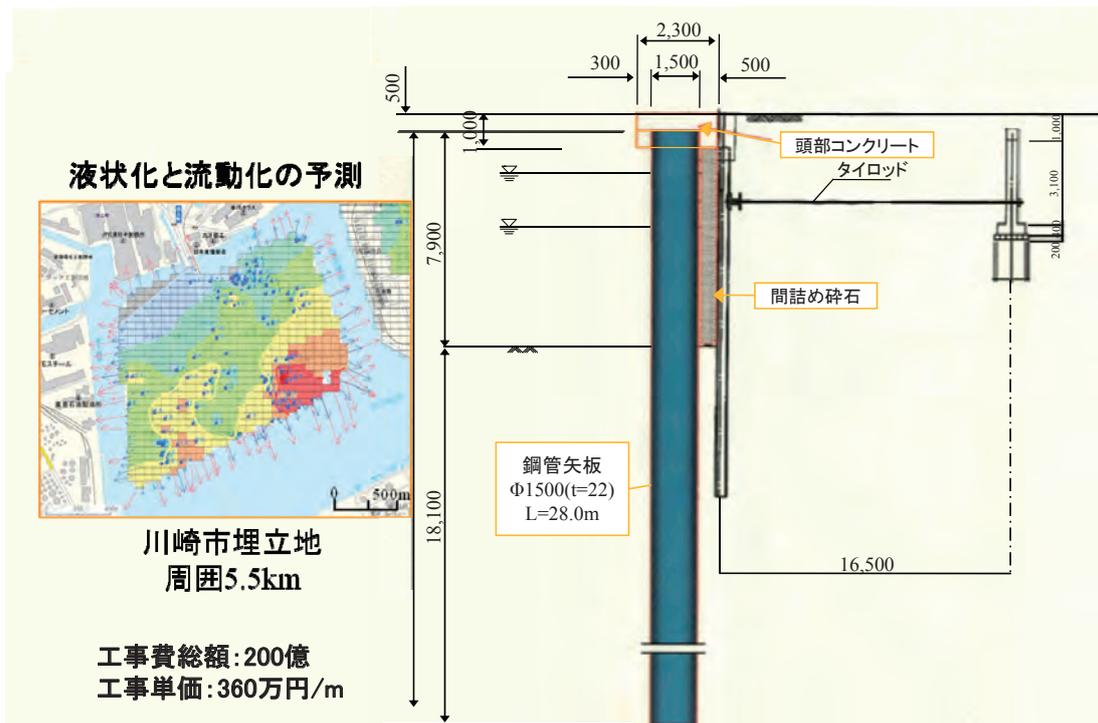
川崎市水江地区

護岸構造と地盤条件
および液状化の予測
(東京湾北部地震)

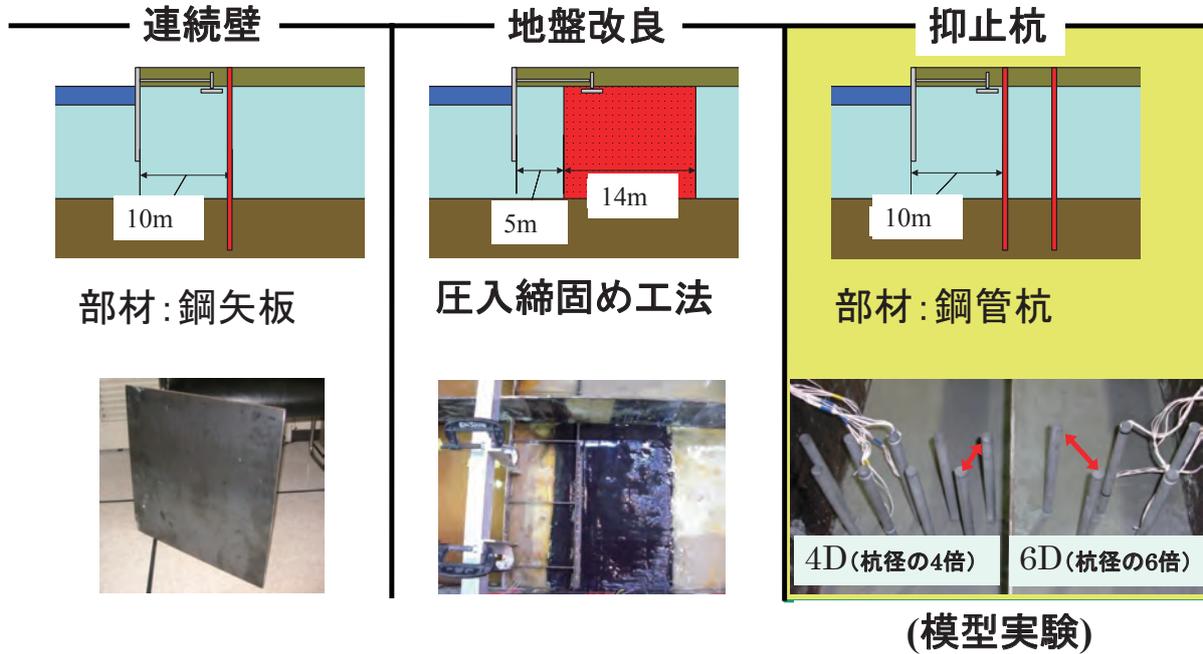
液状化と側方流動の予測 (東京湾北部地震を想定)



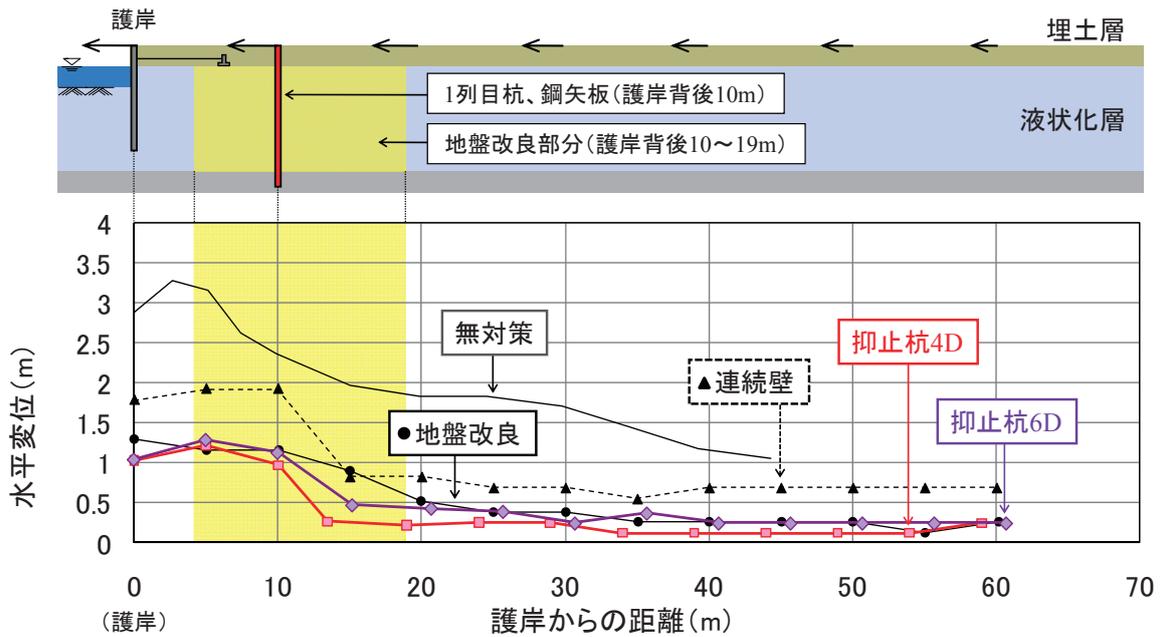
護岸の補強方法の一例(鋼管矢板による締め切り)



側方流動を防止するための護岸の補強方法の研究



水平変位の抑制効果の比較 (遠心載荷場での実験による効果の検証)

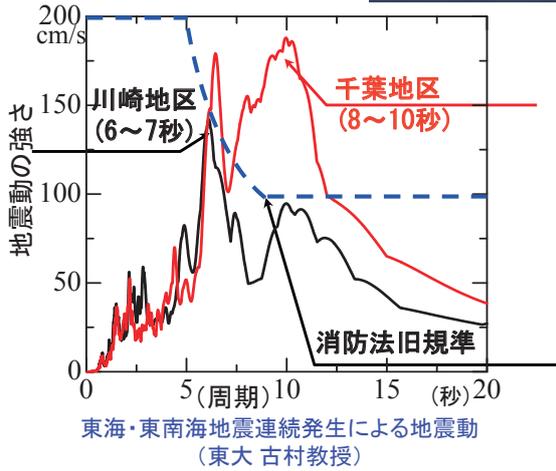


長周期地震動によるタンク内容物の溢出予測 (東海・東南海連続発生を想定)

31



京葉石油コンビナート



「浮き屋根式タンクの総数と溢流タンク」

タンクの直径	タンクの総数	内溶液が溢流するタンク
～24m	203	13(6.4%)
24～34m	136	27(19.9%)
34m～60m	118	18(15.3%)
60m～	159	6(3.8%)
総数	616	64(10.4%)

東京湾には苫小牧で火災を起した。浮屋根式タンクが600基余りあるが、東海・東南海地震が連続発生した場合、このうち64基より内容物が溢出するという結果になった。

3. 臨海部産業施設の強靱化

32

国土強靱化法案の基本方針(2013年12月制定)

- i) 人命の保護が最大限に図られること。
- ii) 国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けないこと。
- iii) 国民の財産および公共施設の被害を最小化すること。
- iv) 迅速な復旧・復興を図ること。

液状化と側方流動による港湾荷役施設の被害の影響 (1995年兵庫県南部地震) 33



ポートアイランドの液状化と側方流動
(水平変位=2.9m, 鉛直変位=1.6m)



ガントリークレーンの倒壊



ガントリークレーンの傾斜と沈下

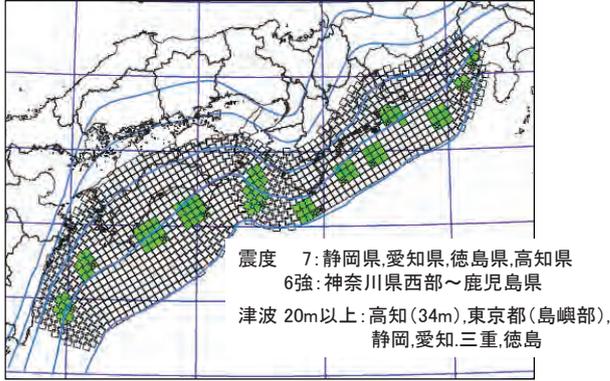
- ・神戸港の荷役施設(クレーン) **61基**のすべてが被災した。
- ・神戸港の復興事業は2005年まで約10年間を要した。
- ・兵庫県南部地震による港湾施設の甚大な被害が原因となって、コンテナ取扱量で**世界5位**であった神戸港は震災後**23位**に、その後整備事業の遅れもあって2011年で**49位**にまで落ち込んでいる。

国土強靱化の問題点と課題 34

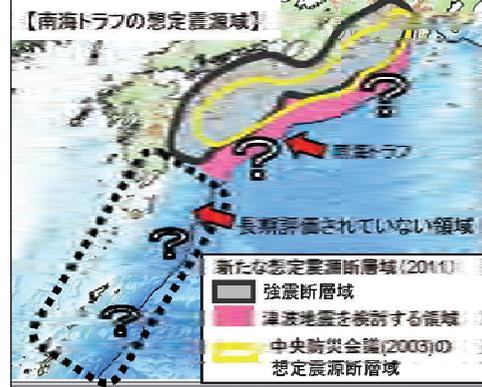
- 1) 国土強靱化の対象とする地震・津波想定 of 混乱
- 2) 国、社会に潜む脆弱性の洗い出しと対策の優先順位
- 3) 臨海部産業施設強靱化に向けての課題

1) 国土強靱化の対象とする地震・津波想定の混乱

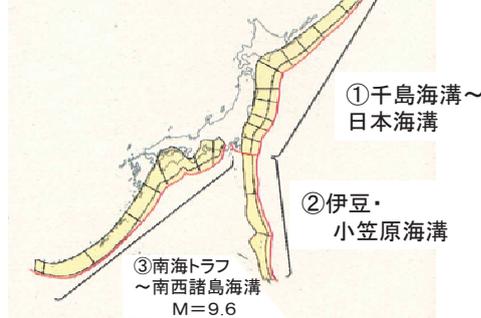
内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会
(平成24年3月31日)



文部科学省調査研究プロジェクト
(平成25年~平成33年)



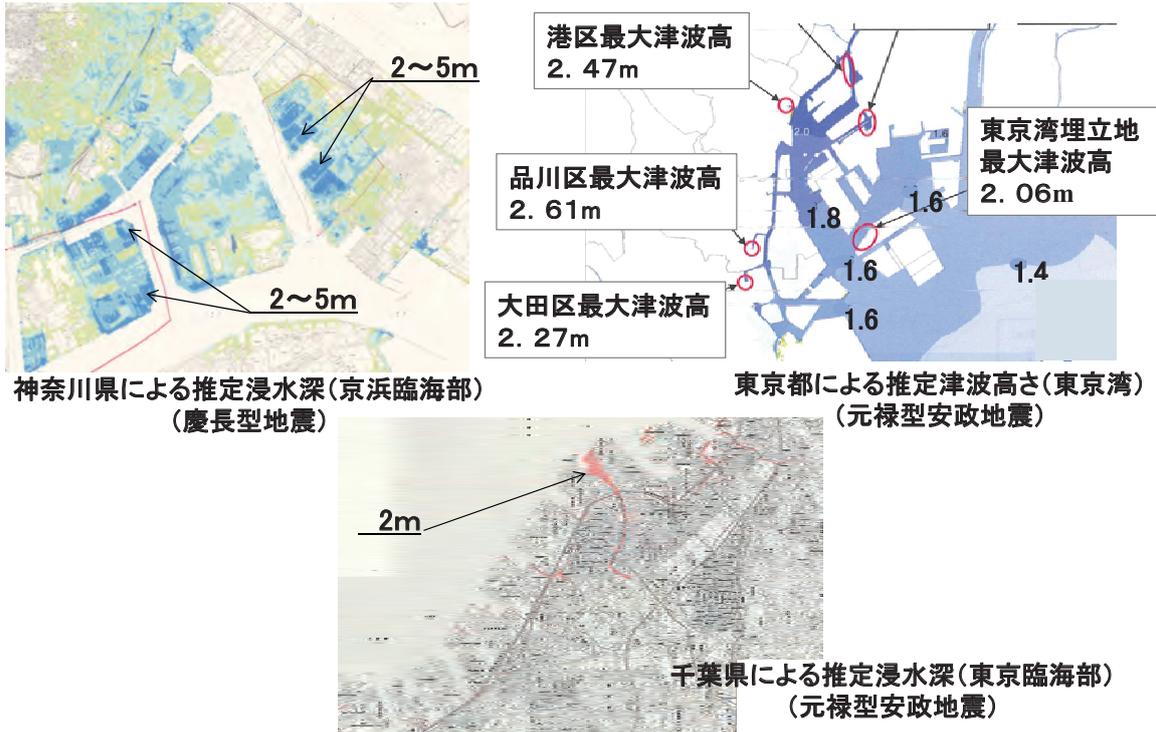
基準津波及び耐津波設計指針に係る審査ガイド(案)
原子力規制委員会



津波防災地域づくりに関する法律(平成23年12月6日)

都道府県知事は、基本方針に基づき、かつ基礎調査の結果を踏まえ津波浸水想定(浸水及び水深)を設定する。

東京湾1都2県の津波想定



2) 国、社会に潜む脆弱性の洗い出しと対策の優先順位 ³⁷

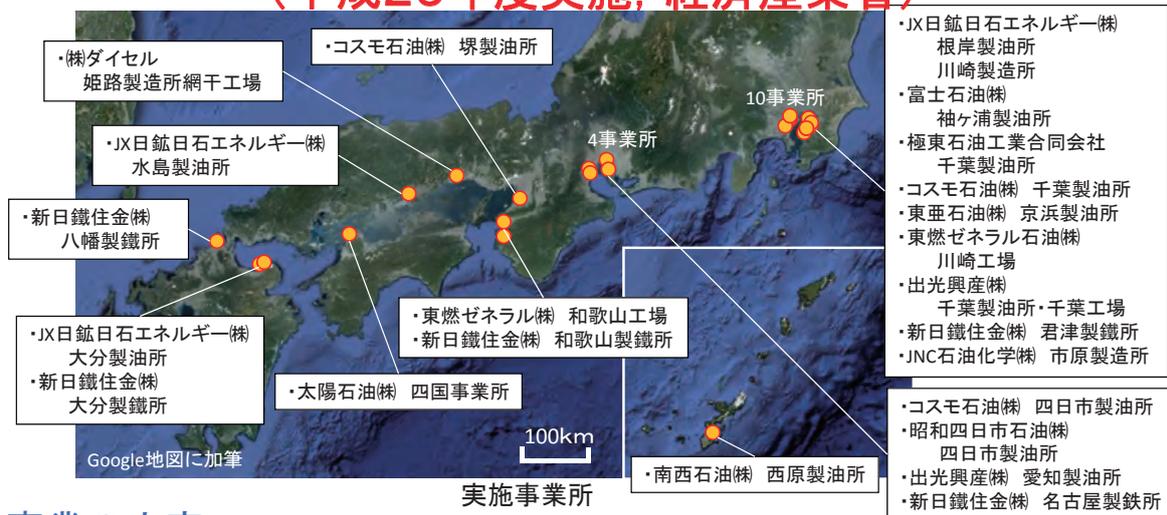
内閣府ナショナル・レジリエンス懇談会

重点化すべき15の課題(起ってはならない事象)

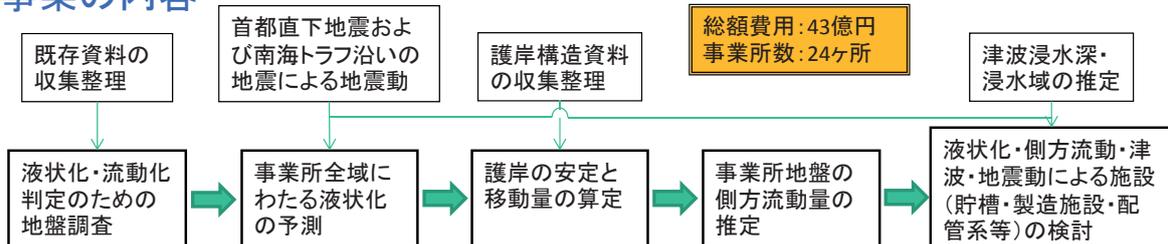
- 1) 建物・交通施設の大規模倒壊と火災
- 2) 大規模津波等による多数の人命の損失
- 3) 異常気象による都市部の長期的浸水
- 4) 火山噴火、土砂災害による多数の人命の損失
- 5) 情報伝達の不備による多数の死者の発生
- 6) 自衛隊、消防による救助・救急活動の不足
- 7) 被災地への物資供給の長期停止
- 8) 食糧の安定供給の停滞
- 9) 石油・LPガスサプライチェーンの機能停止
- 10) サプライチェーンの寸断による国際競争力の低下
- 11) 社会経済活動に必要なエネルギー供給の停止
- 12) 太平洋ベルト地帯の幹線の分断
- 13) 情報通信の長期停止
- 14) 中央省庁の機能不全
- 15) 農地・森林等の荒廃

産業・エネルギー基盤強靱性確保調査事業 (平成25年度実施, 経済産業省)

38



事業の内容



石油供給インフラ強靱化事業 (平成26年度実施, 経済産業省)



3) 臨海部産業施設強靱化に向けての課題

- ・広域(埋立地全域, 湾全域)における強靱化の必要性
- ・国・自治体のリーダーシップ
- ・リスク情報の共有化
- ・広域に及ぶ被害と社会的影響の予測
- ・地域防災計画への反映, 地域社会への情報開示
- ・わが国全体での総額費用の推算
- ・中小事業所, 石油事業以外(石油・化学、鉄鋼、エネルギー等)への支援の拡大
- ・臨海部産業施設の老朽化度合の調査と対策



民有護岸と公有護岸の混在と災害の広域化の危険性

動解析・液状化分野

MIDAS CONSTRUCTION TECHNICAL DOCUMENT COLLECTION



株式会社マイダスイテュジャパン

〒101-0021 東京都千代田区外神田5-3-1 秋葉原OSビル7F

TEL 03-5817-0787 | FAX 03-5817-0784 | e-mail g.support@midasit.com | URL <http://jp.midasuser.com/geotech>

Copyright © Since 1989 MIDAS Information Technology Co., Ltd. All rights reserved.