

地盤の液状化に関する研究・技術開発に携わって

1. 土木工学の進歩への貢献に関して

- (1) 液状化予測方法の技術開発
- (2) 地震被害調査を通じて行った液状化による地盤の永久変位に関する研究
- (3) 1988年に鹿島出版会から「液状化の調査から対策工まで」を単著出版
- (4) 土構造物の変形量を簡易的に算定する手法の開発
- (5) 国際協力事業団の専門家派遣などによる国際貢献

2. 土木事業の発達への貢献に関して

- (1) 土木構造物の耐震設計基準類の作成の手伝い
- (2) 2011年東北地方太平洋沖地震で液状化により被災した市街地に対する国土交通省による復旧ガイドライン作成への参画
- (3) 豪雨時の河川堤防の決壊被害に対する復旧への貢献
- (4) 国内・外の大型建設プロジェクトへの参加

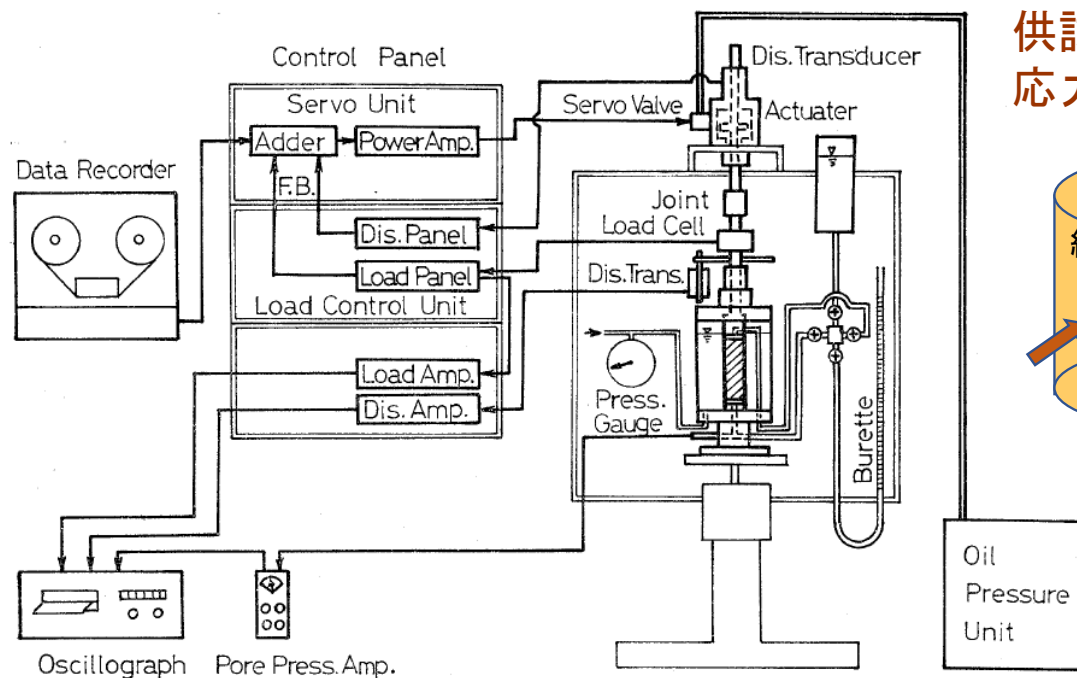
3. 土木学会の発展への貢献

東京電機大学 総合研究所客員教授・名誉教授 安田 進

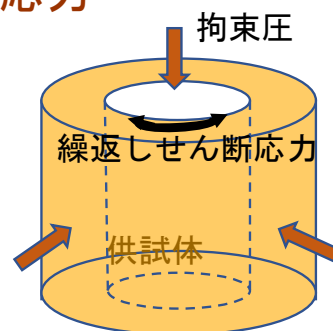
1. 土木工学の進歩への貢献に関して

(1) 液状化予測方法の技術開発

最初に用いた繰返し三軸試験装置



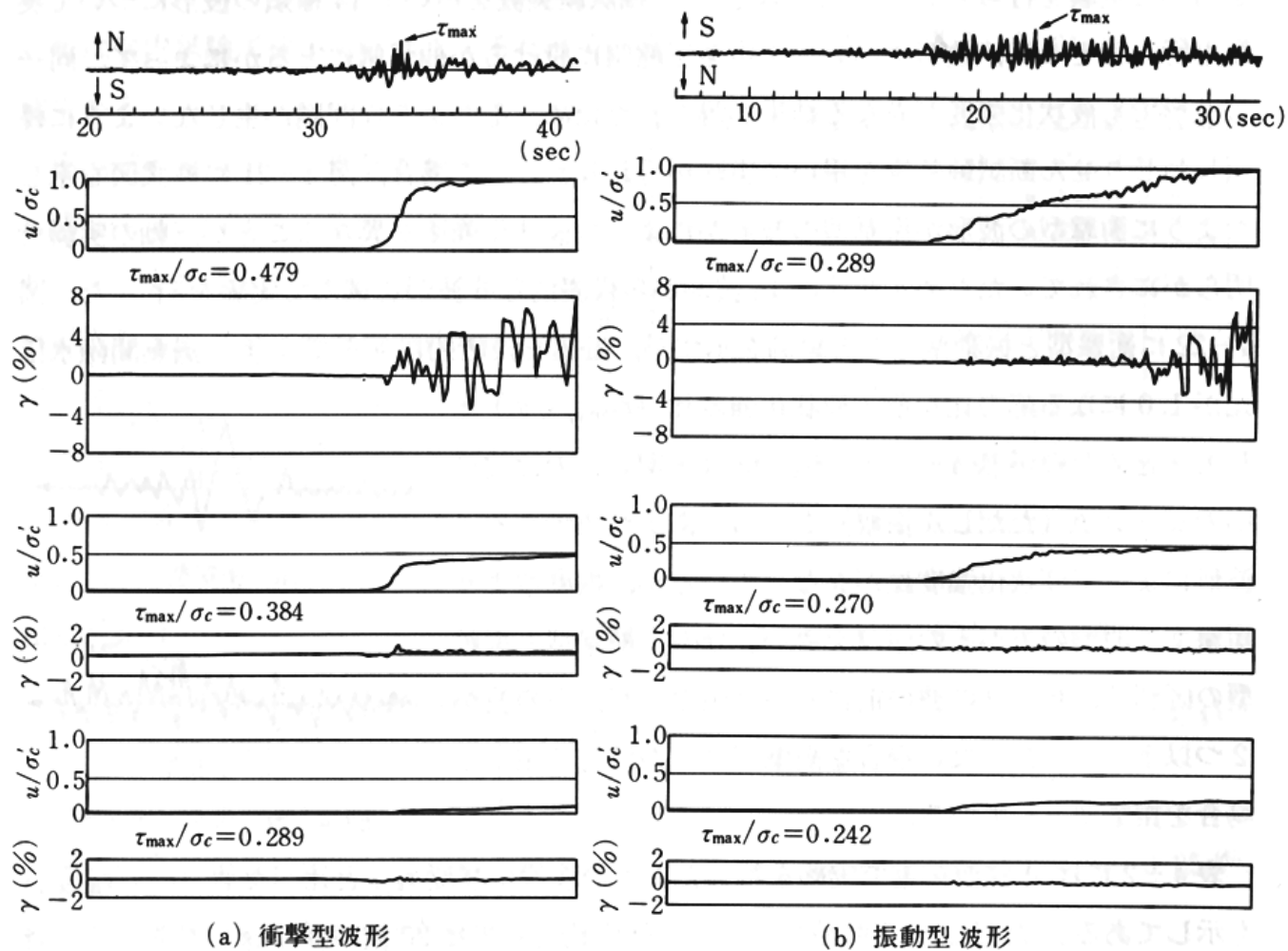
繰返しねじりせん断試験装置で供試体に対して与える応力



- 繰返し三軸試験装置を用いて液状化実験に初めて成功したのは1971年（M2）の7月。
- 1972年の土質工学研究発表会で発表（太田秀樹先生のご質問：圧縮側と伸長側で破壊線は異なるのか？ 終了後の一言は？）
- その後、繰返しねじりせん断試験装置を用いて、液状化強度に与える①繰返しせん断力の波形の影響と②応力の異方性や側方拘束条件の影響を主に研究」

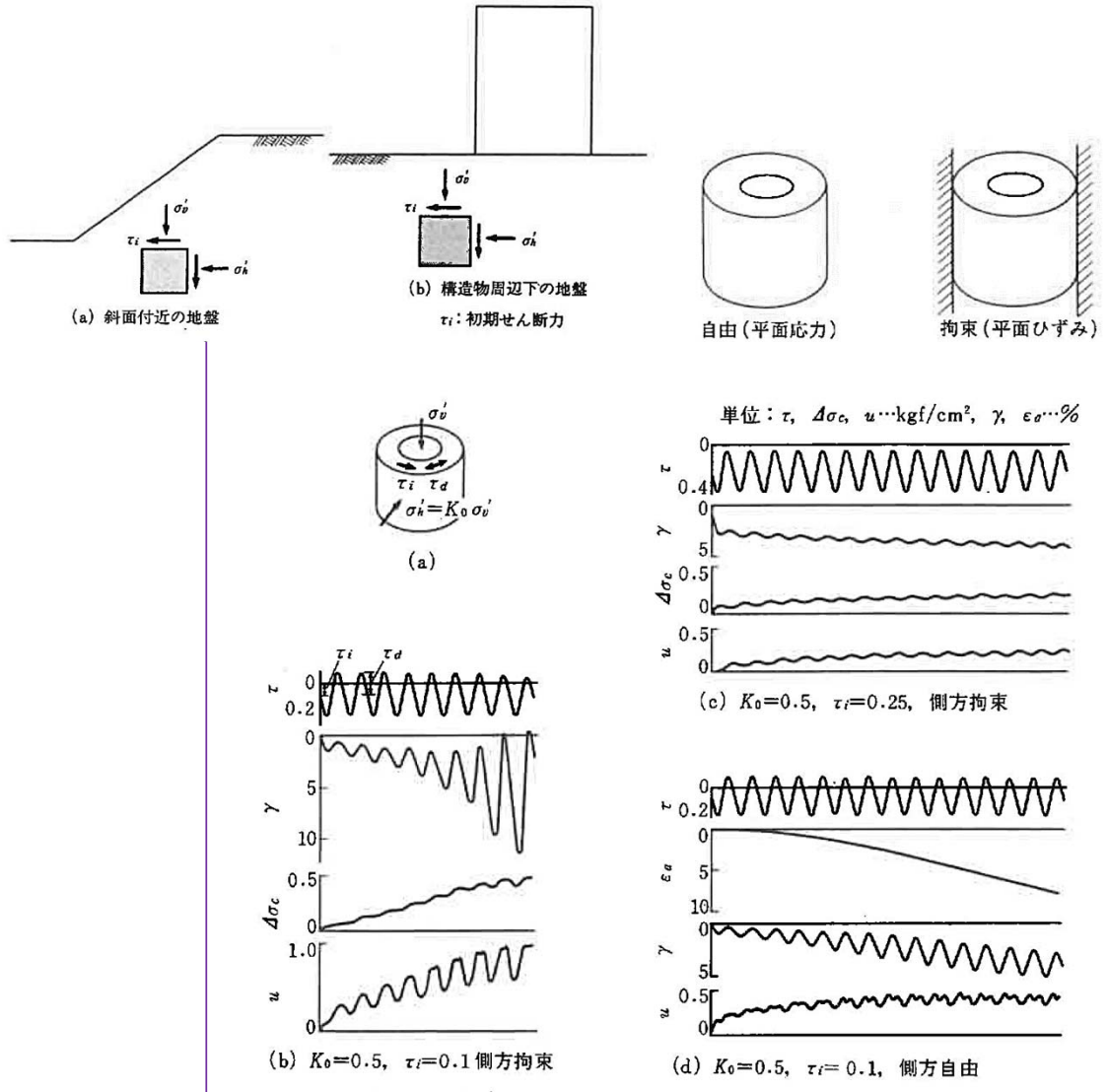
Ishihara, K. and Yasuda, S.: Sand liquefaction due to irregular excitation, *Soils and Foundations*, pp.65-77, 1972.

繰返しせん断力の波形の影響に関する実験例

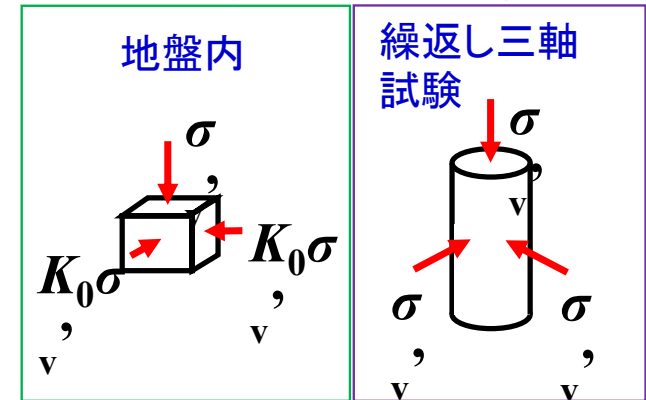
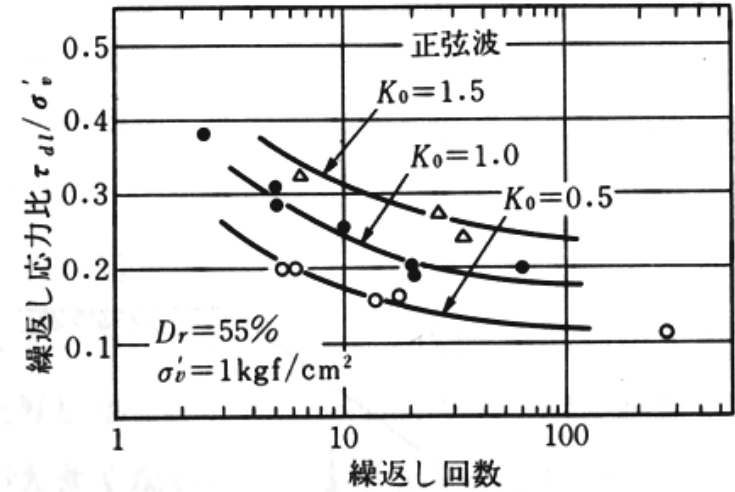


- 地震波荷重下での実験をもとに、地震波波形から正弦波波形への波形の補正係数を求めた。
- 衝撃型波形で0.55、振動型波形で0.70程度となった。

応力の異方性や側方拘束条件の影響に関する実験例



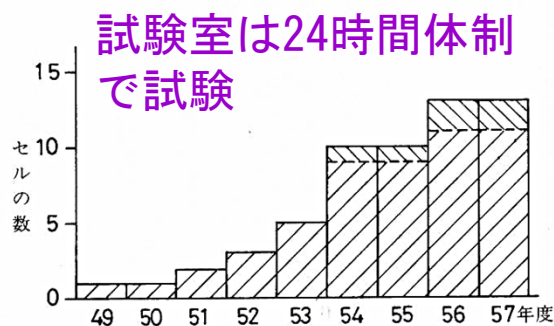
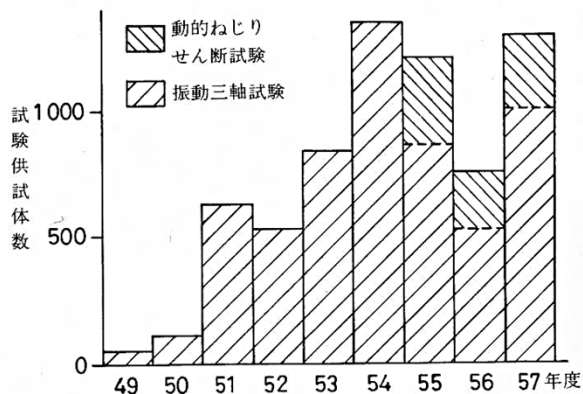
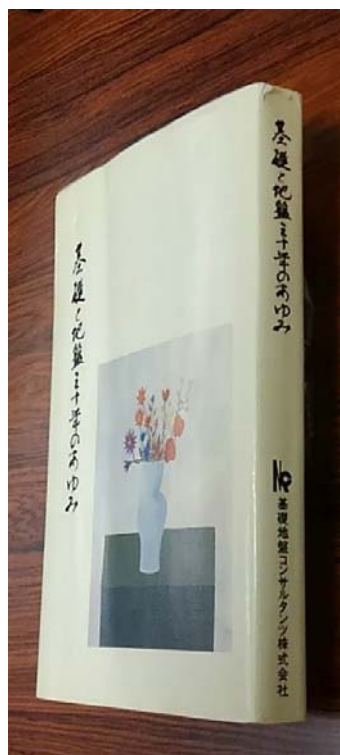
高津さんが最終的に K_0 の影響に関する定量的な研究成果を出された。



$$(R_l)_{\text{異方}} = ((1 + 2K_0) / 3)(R_l)_{\text{等方}}$$

1975年に基礎地盤コンサルタンツ入社→液状化の業務急増時期

基礎地盤コンサルタンツ(株)創立30年記念誌（昭和58年）での記載内容



(註) 試験供試体数には研究用は含まれていない

図-6.1 室内動的試験の変遷

表-6.2 新たに生じてきた主な耐震業務

年度	この年度から新たに多く受注し始めた業務内容	関連事項
49	宅造地液状化検討	
50	道路橋液状化検討 コンビナート耐震点検	入社
51	送変電関係液状化検討 静岡県等の地震防災検討	
52	河川堤防耐震調査・点検 下水処理場液状化検討 鉱さい堆積場液状化検討	伊豆大島近海地震
53	地震による被災原因調査 原子力発電所耐震検討 人工島耐震検討 高速道路耐震点検	宮城県沖地震
54	空港盛土耐震安定性検討 石油備蓄基地耐震検討 鉄道施設耐震点検	捨石, 鉱さいたい積場建設基準改正
55	港湾施設耐震検討・点検 斜面の地震時安定性検討	道路橋示方書・耐震設計編発行
56	碎石ドレーン等液状化対策 策工検討 堤防近接道路耐震検討	浦河沖地震

建設省土木研究所で道路橋示方書を F_L 値法に改定

$$\begin{cases} R_L = 0.0882 \sqrt{N/(\sigma'_v + 0.7) + 0.225 \log_{10}(0.35/D_{50})} \\ R_L = 0.0882 \sqrt{N/(\sigma'_v + 0.7) - 0.05} \end{cases}$$

原位置での液状化判定に用いるための補正係数

$$R_{L, \text{mav}} = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times R_L$$

C_1 : 室内試験と原位置との拘束条件に関する補正

C_2 : 地震波荷重のランダム性に関する補正

C_3 : 不攪乱試料採取から室内試験までの過程中的攪乱に関する補正

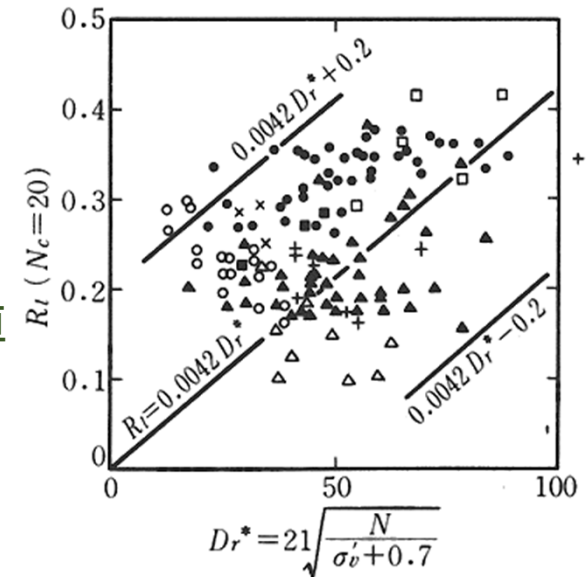
C_4 : C_3 と同様の過程中的における試料の密度化に関する補正

C_5 : 地震動の水平面での2次元性に関する補正

$C_1 = (1 + 2K_0)/3 \doteq 0.67$, $C_2 = 1/0.55 \sim 1/0.7$, $C_3 \times C_4 \doteq 1$, $C_5 \doteq 0.9$,
したがって, $C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \doteq 1$

岩崎敏男・龍岡文雄・常田賢一安田進：砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例，第8回日本地震工学シンポジウム，SS14530459，4<:;1

10箇所ですれれの少ない試料を採取し、繰返し三軸試験で液状化強度 R_L を求め、 N 値からの推定値と比較

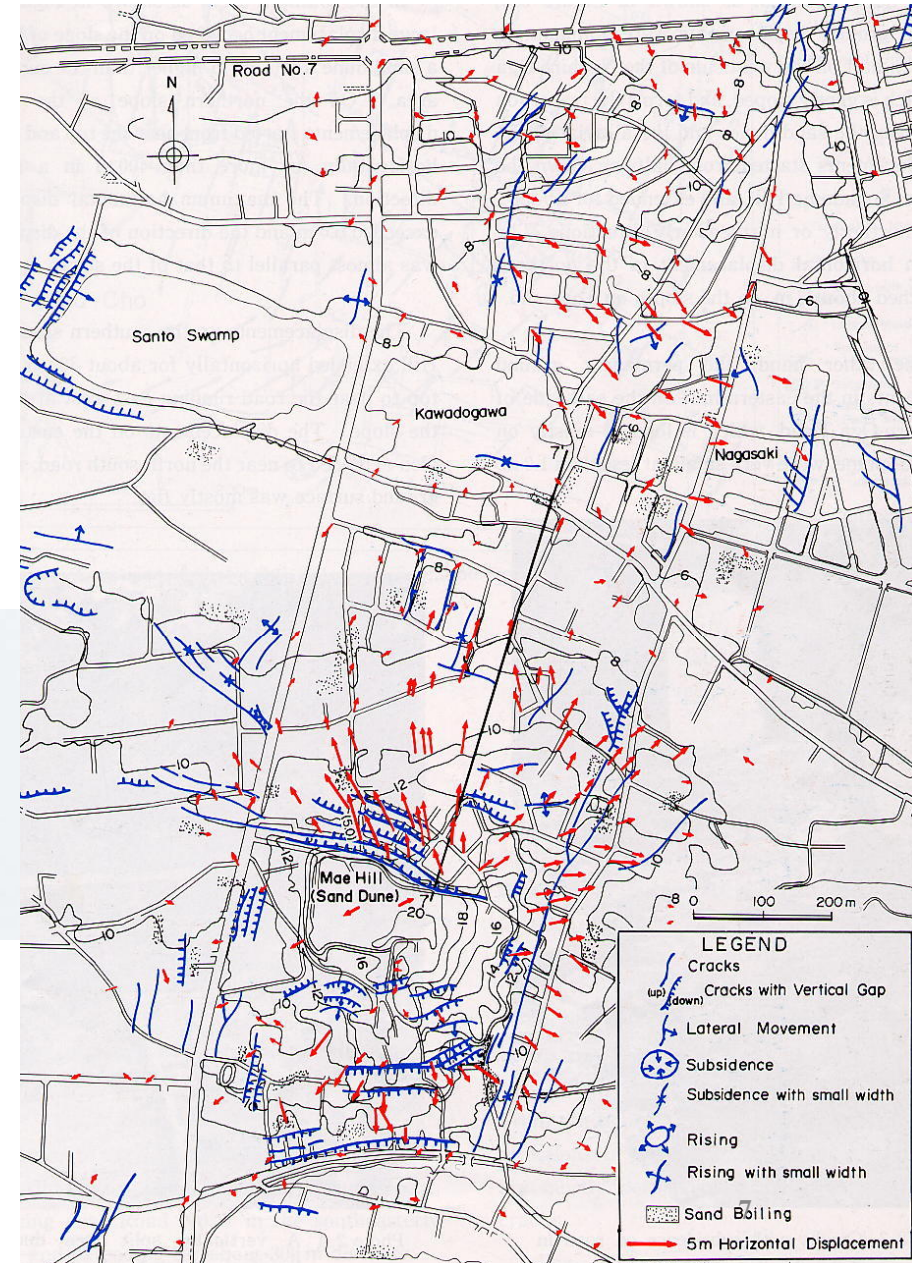
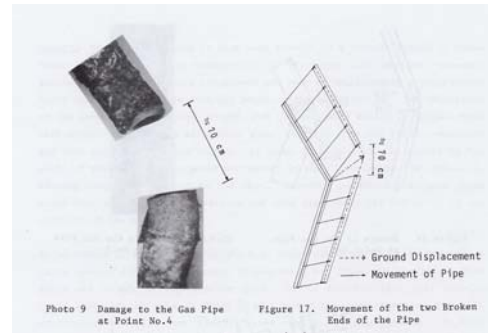


- 種々の基準類の液状化判定の時の一般的な方法になった。
- 大学院の時の実験結果を反映していただいた。

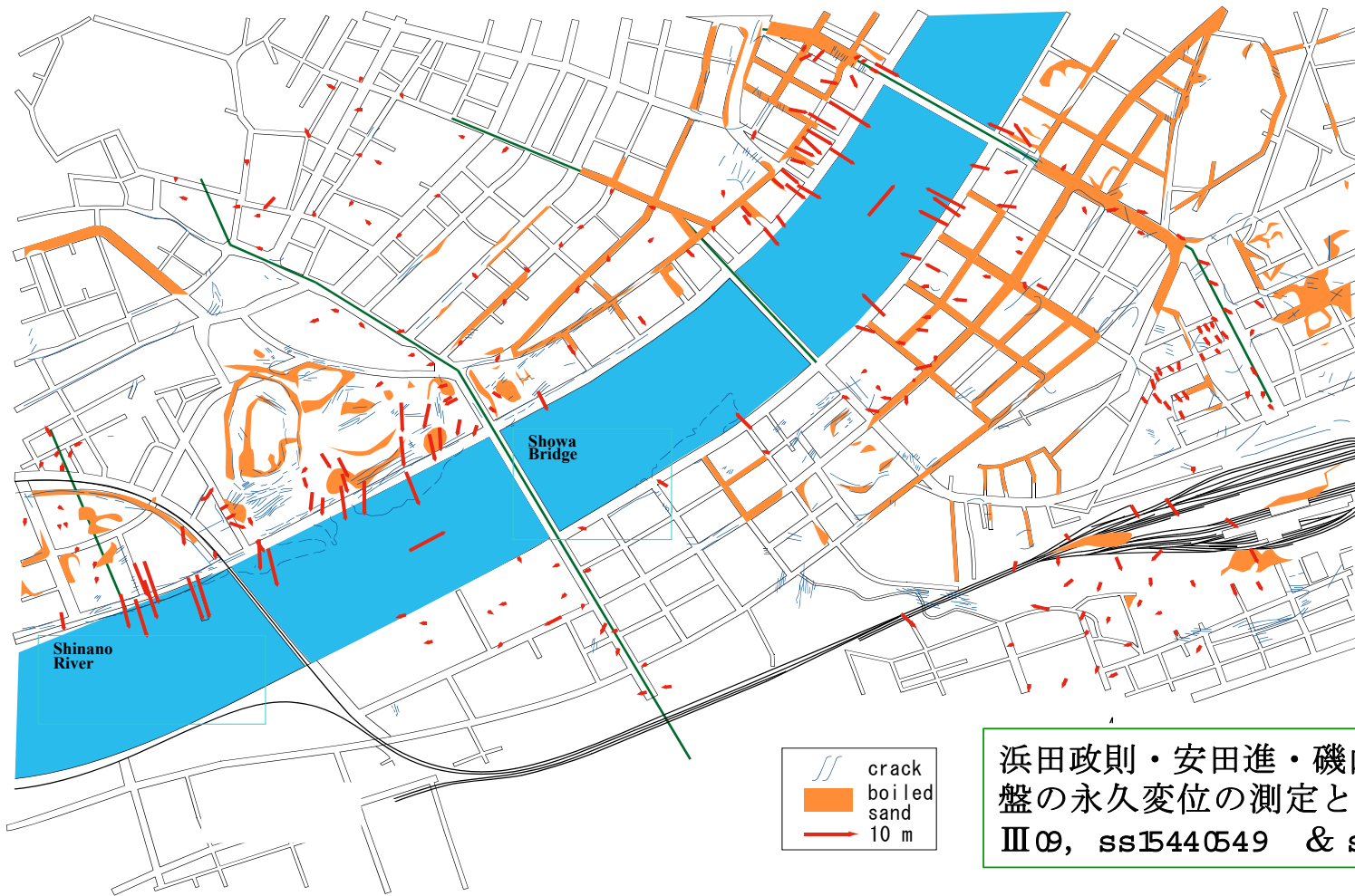
(2) 地震被害調査を通じて行った液状化による地盤の永久変位に関する研究

①1983年日本海中部地震時における能代市砂丘緩斜面でのガス導管被害の解明

- 地震予知総合研究振興会の委員会で調査を実施。
- 地震前・後の航空写真から測量を行い地盤流動変位分布の推定を試みた。
- 勾配が 1° ~ 2° 程度と緩い斜面であったが液状化に伴って永久変位（地盤流動）発生。
- 流動変位量の最大は約5m。
- この変位によって中圧ガス導管が被災してことが明らかになった。



②続いて1964年新潟地震でも地盤の流動が発生していたかどうか調査

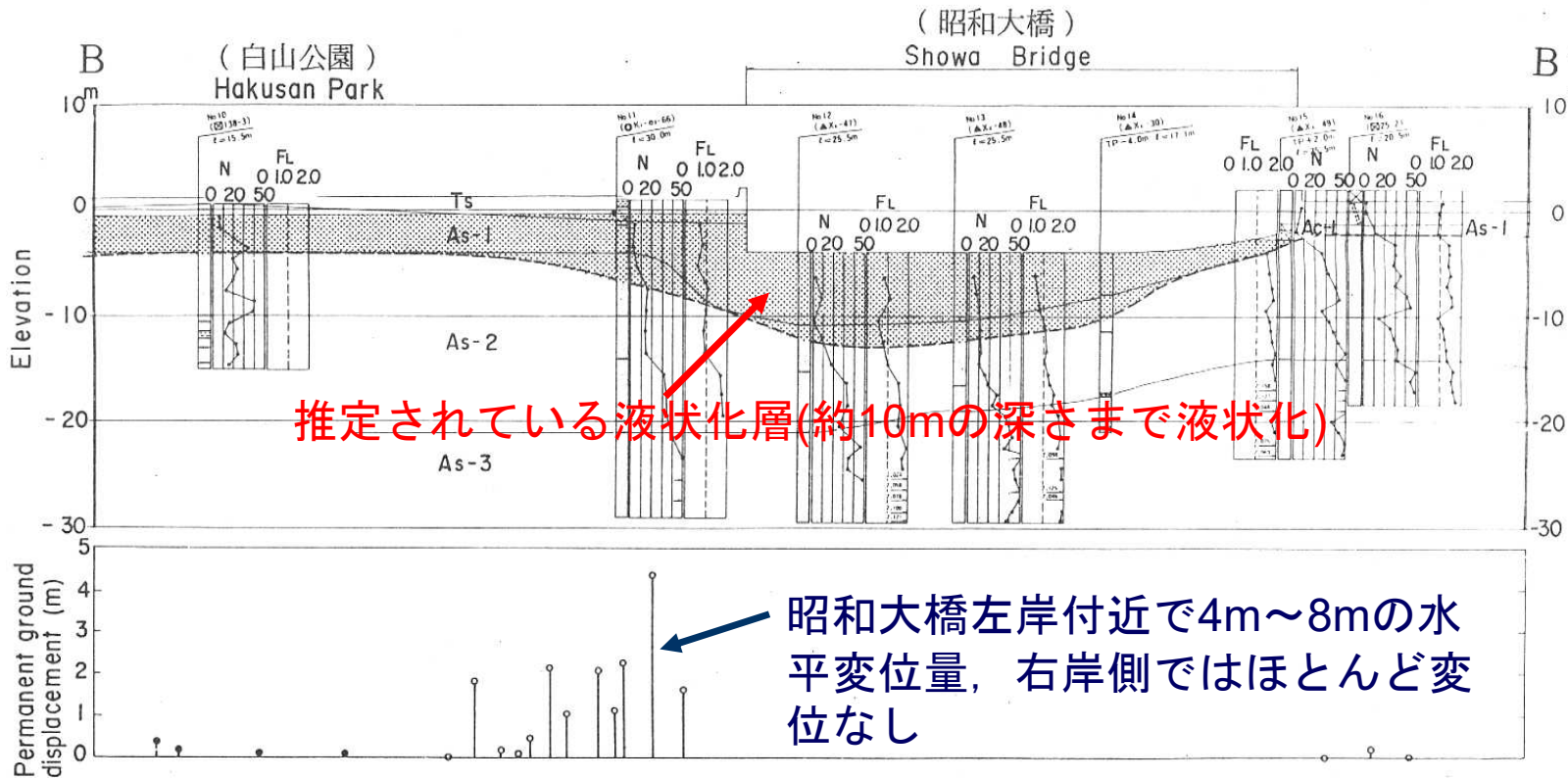


- 信濃川沿岸では護岸が河に向かって倒れ、8m余りにも及ぶ大きな変位が河心に向かって発生していた。
- これにより八千代橋の杭基礎が曲がった。
- 新潟駅付近では反対方向に2m程度の変位が発生していた。

浜田政則・安田進・磯山龍二・恵本克利：液状化による地盤の永久変位の測定と考察/ 土木学会論文集，第6:9号，Ⅲ09，ss15440549 & ss1554055</4<;91

1987年に土木学会論文賞を受賞させていただいた。

新潟地震による昭和大橋の落橋の原因に関してその後数名で行った研究

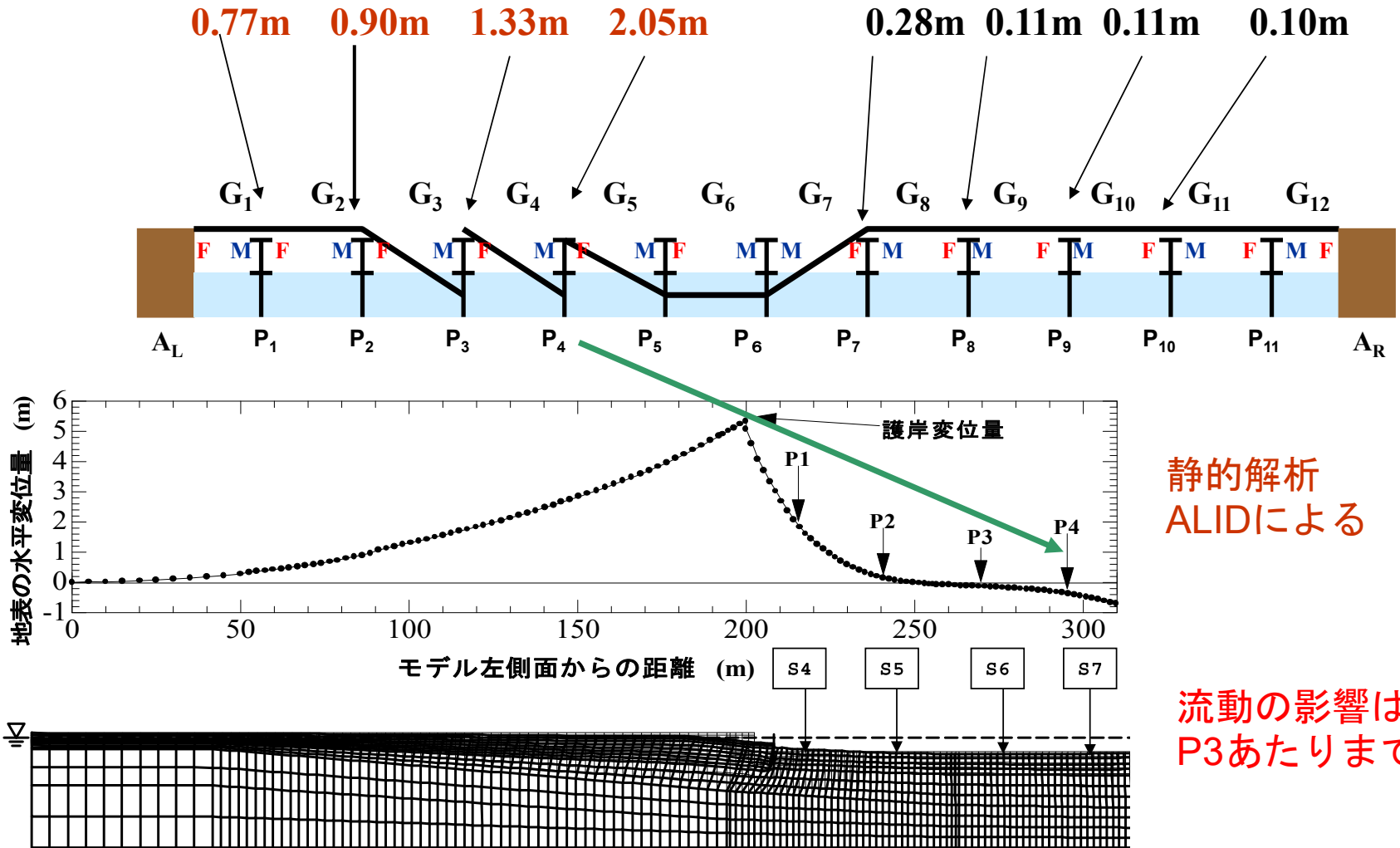


それまでに挙げられていた被災原因

- ① 震動による慣性力が大きくて落橋
- ② 液状化で地盤反力が低下し変位振幅が大きくて落橋
- ③ 地盤の流動によって杭基礎を押し落橋

Yoshida, N., Tazoh, T., Wakamatsu, K., Yasuda, S., Towhata, I., Nakazawa, H. and Kiku, H.: Causes of Showa Bridge collapse in the 1964 Niigata earthquake based on eyewitness testimony, *Soils and Foundations*, Vol. 47, No. 6, pp. 1075-1087, 2007.

数値は土木学会の報告書より





信濃川左岸護岸の変状（東京大学工学部土木工学科被害調査隊撮影）

目撃者からの証言

- 橋の上で作業していた車：橋を渡って振り返ると落橋していた。
- 右岸側に住んでおられた大学教授：地震発生後の1分余り後に落橋。
- 護岸に腰掛けていた高校生：落橋した後に川岸の地割れ発生，護岸の倒れ発生→落橋の後で流動が発生。

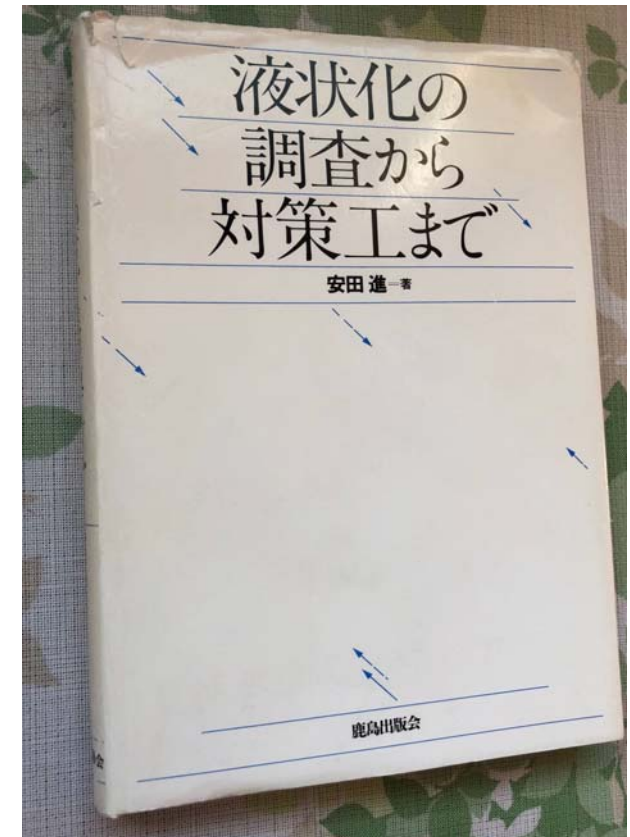
結論

地盤が液状化して杭の水平支持力が減少していたところに、70秒あたりに変位振幅の大きな揺れがあつて落橋した。

(3) 1988年に鹿島出版会から「液状化の調査から対策工まで」を単著出版

目次

- 第1章 液状化に関する技術の現状と本書の構成
- 第2章 液状化発生メカニズムと被害の特徴
- 第3章 液状化試験
- 第4章 液状化の発生に影響を及ぼす要因
- 第5章 液状化発生の予測方法
- 第6章 液状化対策工
- 第7章 液状化による地盤変状および物性の変化
- 第8章 土構造物における液状化の扱い
- 第9章 直接基礎や杭基礎の構造物における液状化の扱い
- 第10章 護岸構造物における液状化の扱い
- 第11章 地中構造物における液状化の扱い
- 第12章 液状化危険度地図



コンサルティングエンジニアとして、12年間多くの方々からの質問に答えてきた経験をまとめたら1冊の本が書けました。

(4) 土構造物の変形量を簡易的に算定する手法ALID (Analysis for Liquefaction-induced Displacement)の開発

1964年新潟地震の際における新潟空港での液状化発生状況

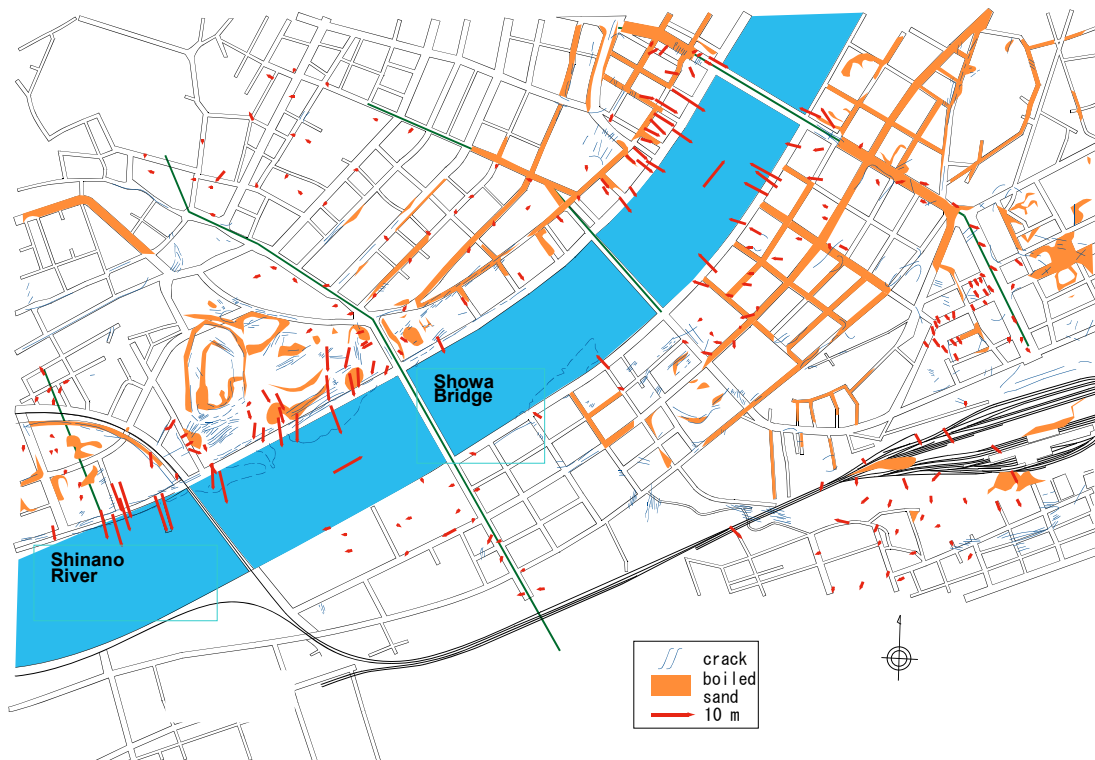
- 1964年新潟地震では地震開始10秒程度で液状化発生
- る空港ターミナルビルは1分半後に沈下開始
- 県営アパートはゆっくりと沈下・傾斜していき、屋上にいた人は無事地上に降りた。

若松加寿江・田蔵隆・安田進・東畑郁生・吉田望・金谷守・規矩大義・中澤博志：第39回地盤工学研究発表会—新潟地震40周年特別セッション第1部液状化現象の目撃者—，土と基礎，Vol.52, No.12, pp.15-20, 2004.

弓納持氏撮影



岸壁・護岸背後地盤の流動のタイミング



- 液状化は主要動で発生するものの、大きな地盤の流動や構造物の変形はその後ゆっくりと発生すると考えられる。
- この時のひずみは数十%と大きく、震動により液状化した砂が、重力などの静的な外力の作用下で単調に変形することによって生じたものと考えられる。

昭和大橋の落橋:約70秒後



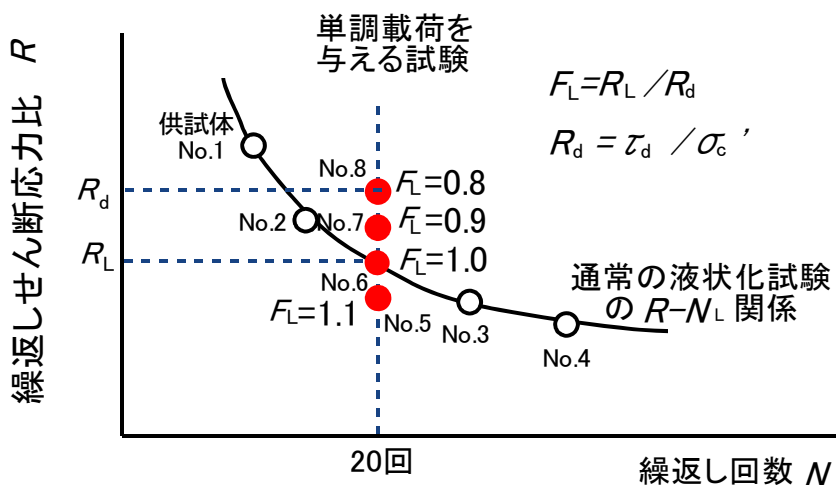
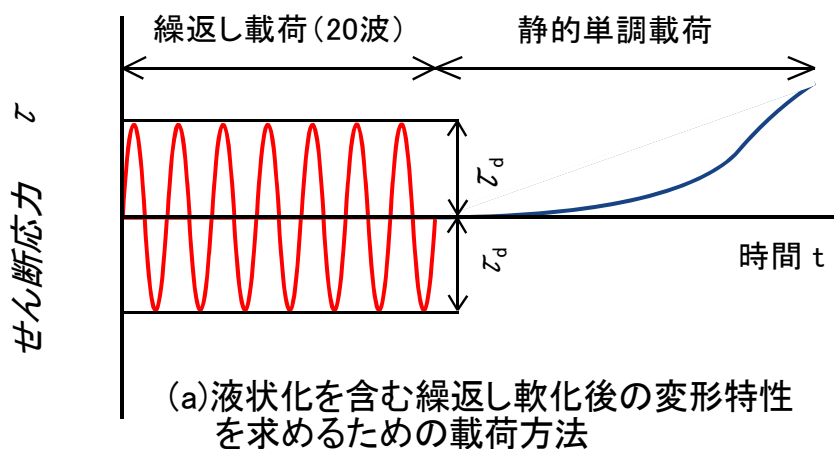
(渡辺博士撮影)

護岸背後地盤の流動開始は約80秒後



(東京大学工学部土木工学科被害調査隊撮影)

繰返しねじりせん断試験方法



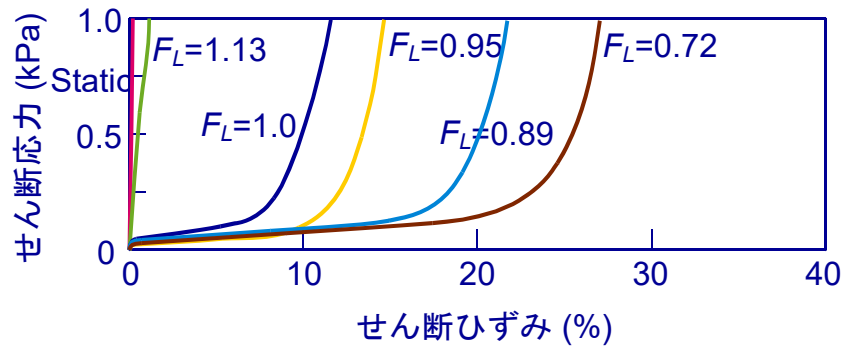
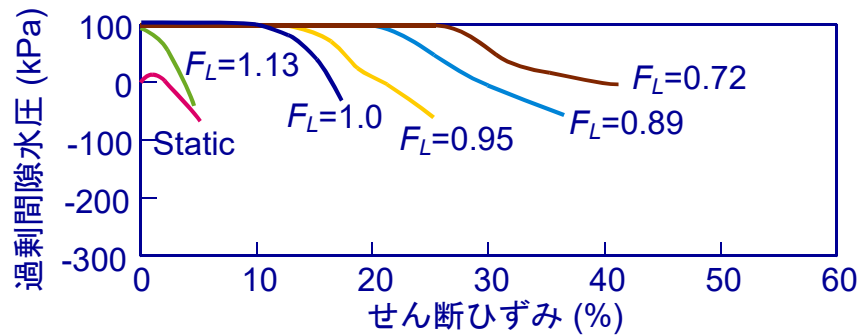
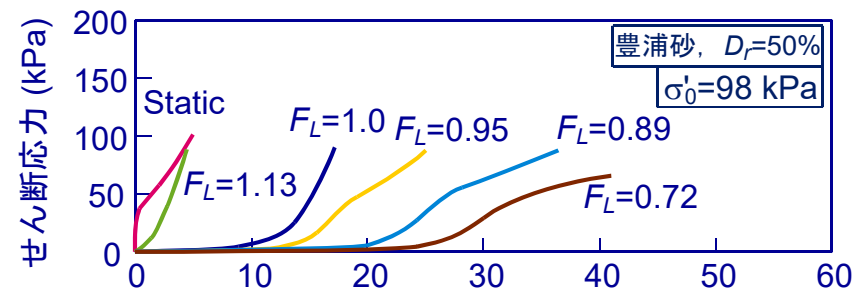
(b)液状化(繰返し非排水せん断)強度比 R_L および液状化(繰返し非排水せん断破壊)に対する安全率 F_L の求め方

試験を行った試料

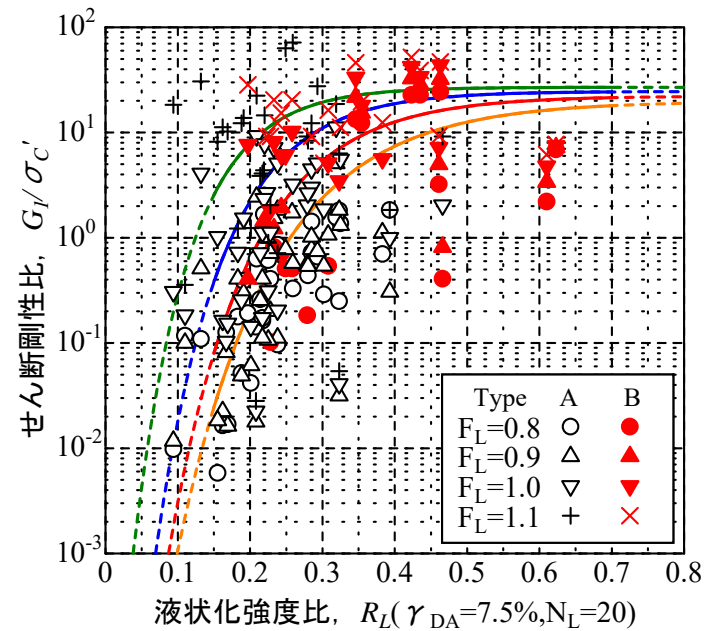
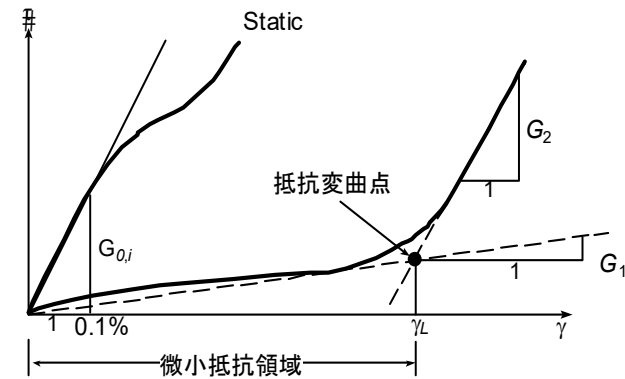
試料採取	F_c の範囲 (%)	有効拘束圧の範囲(kPa)	R_L の範囲
豊浦砂	0.0	98.1	0.201~0.466
神戸(まさ土)	4.44	98.1	0.217~0.228
東京低地	23.0~92.0	49.1~114.8	0.183~0.383
岩見沢	100	29.4~186.4	0.463~0.623
神田	100	117.7~186.4	0.354~0.435
武雄	98.0~100	29.4~137.3	0.346~0.461
大沢郷	100	19.6~186.4	0.423~0.610
徳島	13.0~98.4	49.1~177.0	0.223~0.325
十勝	7.0	49.1	0.167~0.217
豊浦砂(低拘束圧)	0.0	9.8	0.225~0.393
十勝(低拘束圧)	7.0	9.8	0.208~0.325
宮城県河川堤防	3.2~19.0	42.2~86.3	0.162~0.293
徳島(再構成)	24.0~84.7	69.0~137.0	0.132~0.214
北海道端野町	28.0	49.1	0.094~0.188

安田進・稲垣太浩・長尾和之・山田真一・石川敬祐：液状化を含む繰返し軟化時における種々の土の変形特性，第40回地盤工学研究発表会，pp.525-526，2005.

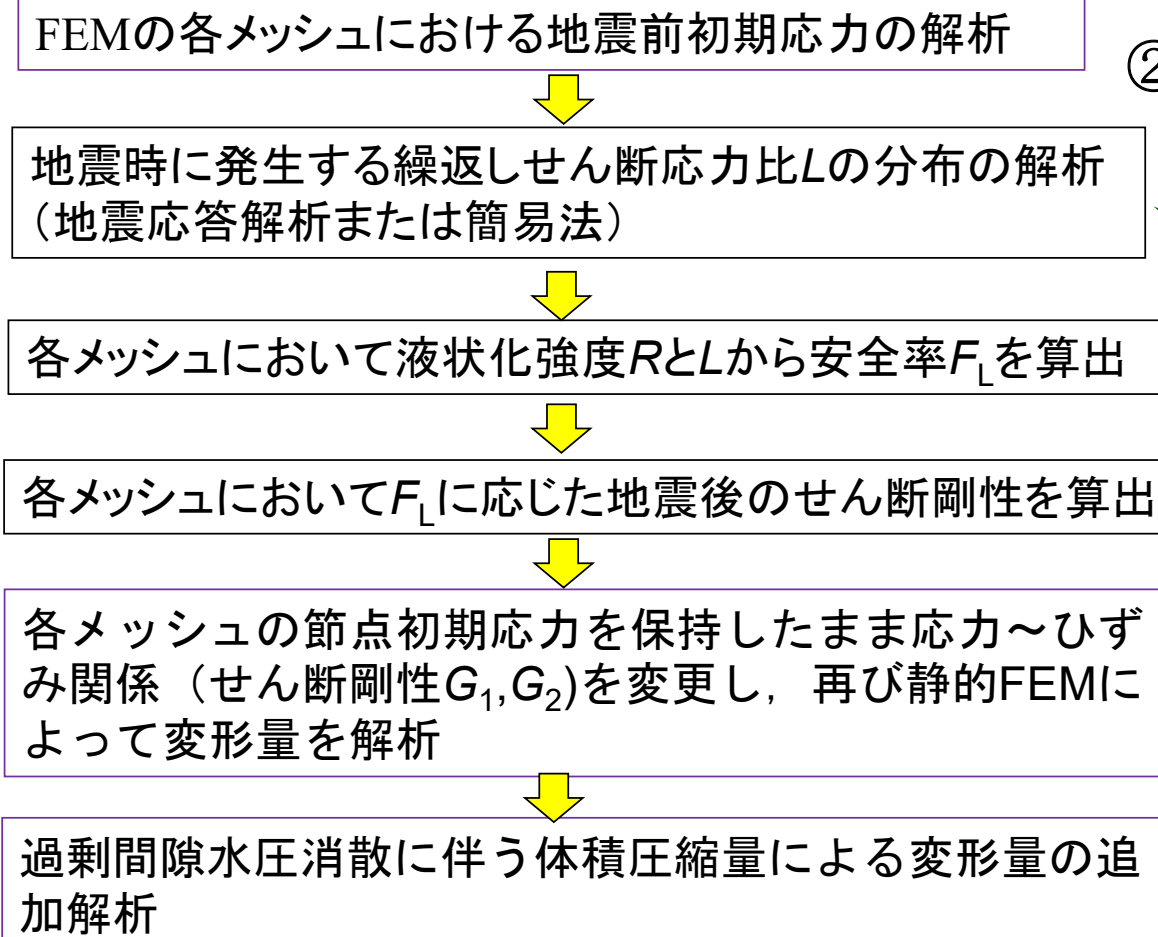
豊浦砂で液状化の程度 (F_L) を変えた試験例



軟化した応力~ひずみ関係のタイプと G_γ などの定義



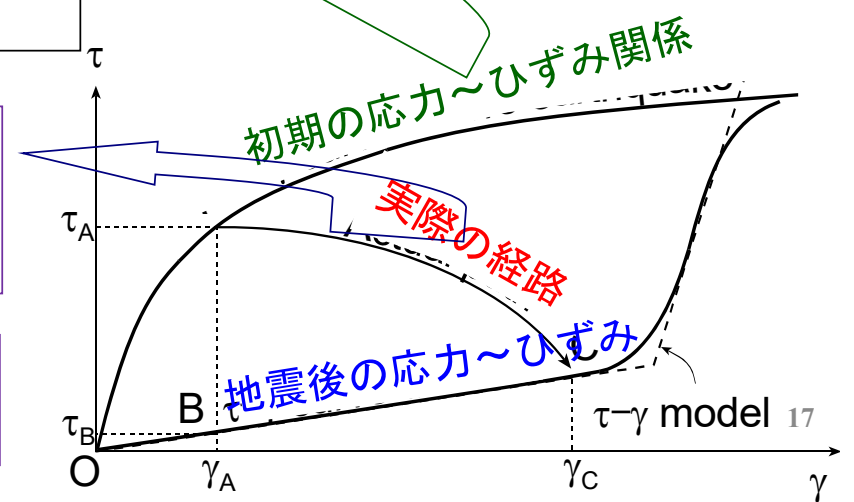
ALID/winによる解析手順の概略



① 安田進・吉田望・安達健司・規矩大義・五瀬伸吾・増田民夫：液状化に伴う流動の簡易評価法，土木学会論文集，No.638 /Ⅲ-49, pp.71-89, 1999.

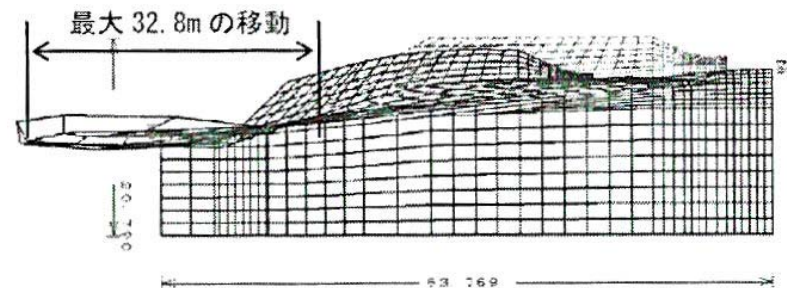
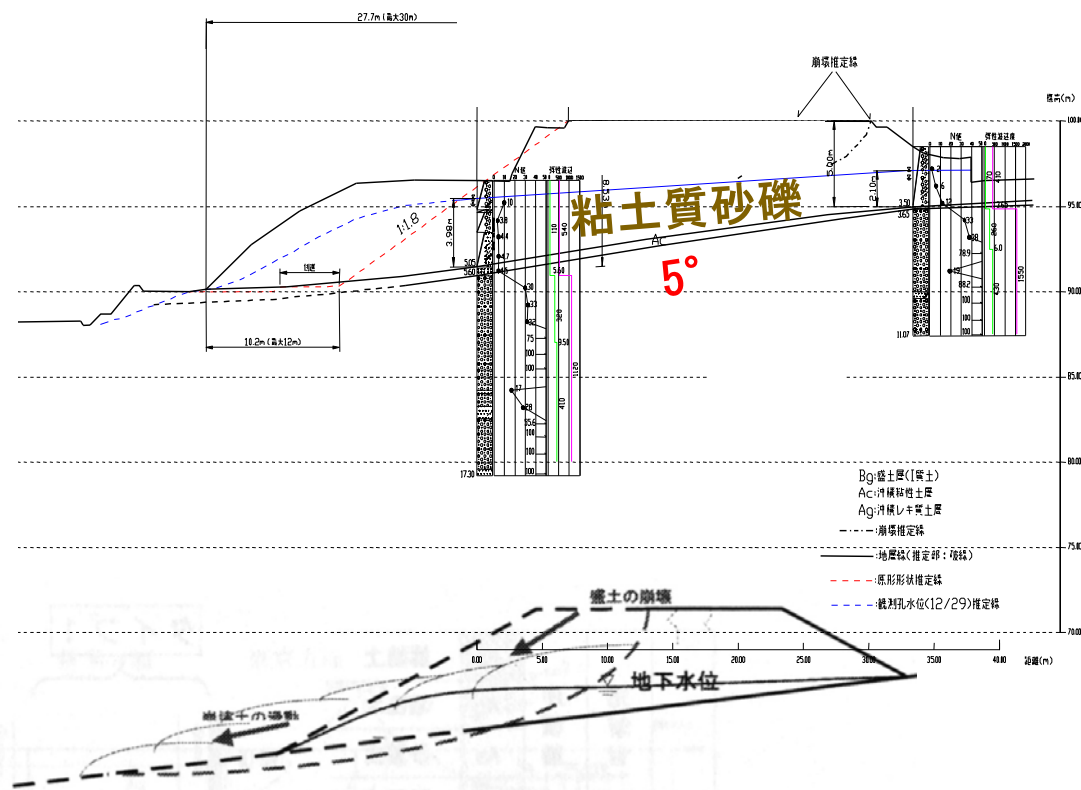
② 安田進、吉田望、安達健司、規矩大義、石川敬祐：液状化に伴う残留変形の静的評価法、日本地震工学会論文集，第16巻，第10号，pp.31-50, 2016.

解析に用いる応力
~ひずみの考え方

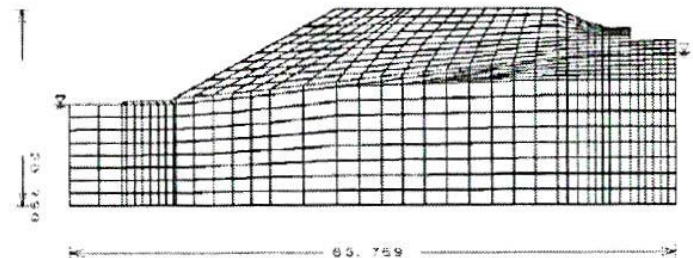


2004年新潟県中越地震で被災した関越自動車道のタイプ1の盛土被害に対してALIDの原型で解析された事例

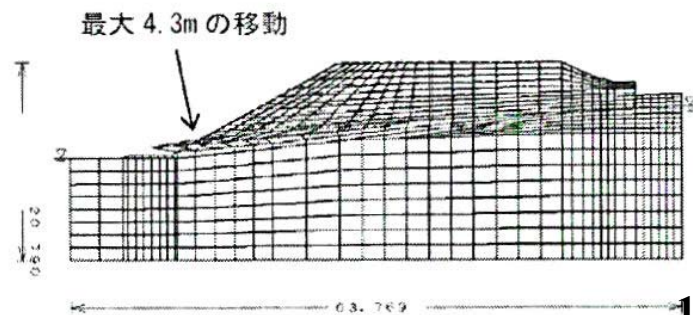
地盤工学会：新潟県中越地震災害調査委員会報告書、2007.)
に載せられている図を示します。



(a) 観測水位



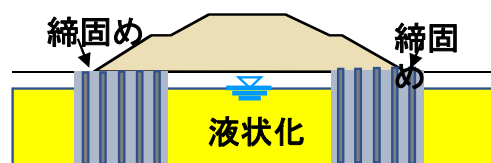
(b) 水位無し



(c) 水位 1.5 m

図-6.67 解析結果 (変形図)

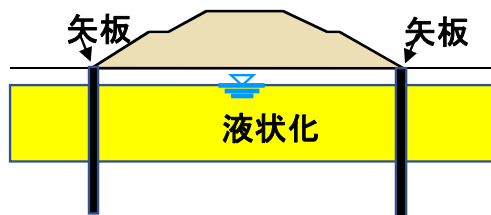
河川堤防へのALIDの適用



(1) 地盤の液状化に対する締固め対策



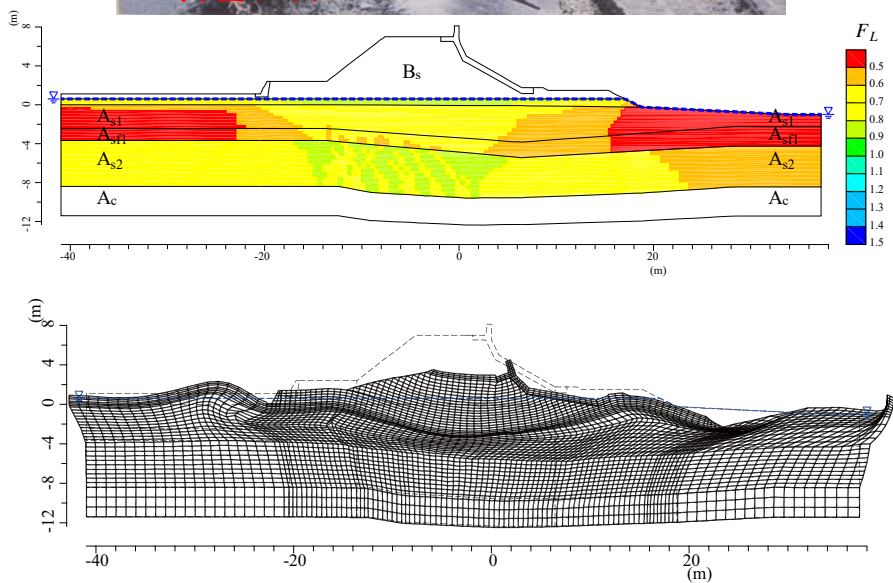
(2) 地盤の液状化に対する固化対策



(3) 地盤の液状化に対する矢板対策



(4) 堤体の液状化に対する水位低下対策



- 1995年阪神・淡路大震災の被害を契機に耐震点検が開始された。
- レベル2地震動に対してはALIDで照査と対策方法の設計が現在行われている。

土木研究所：河川堤防の液状化対策の手引き、土木研究所資料、第4332号、2016.

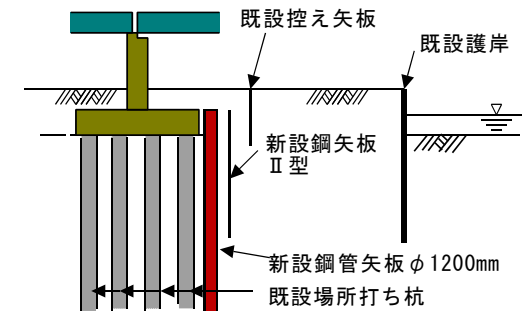
1995年兵庫県南部地震後に行われた首都高速道路曙橋の流動対策



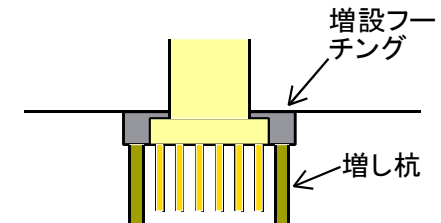
遠心載荷実験とALIDの原型による変形解析で対策効果を検証

小笠原政文・牧田篤弘・安田進・黛廣志・原田克之：液状化した地盤のせん剛性率地震時の地盤・土構造物の流動性および永久変形に関するシンポジウム，地盤工学会 誌540657/4<<;1

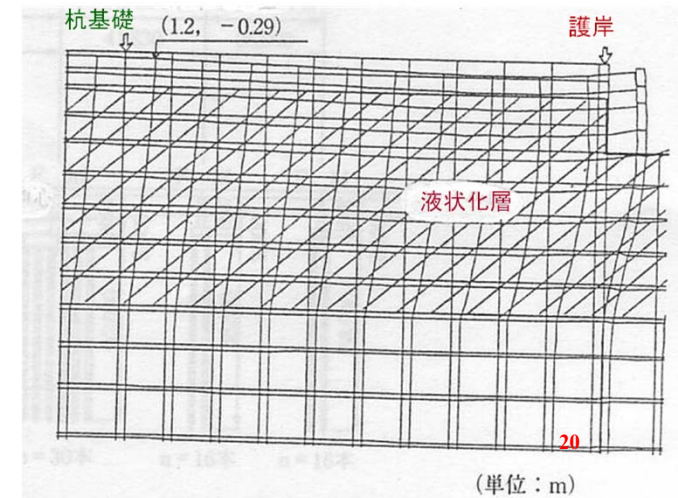
(1) 杭基礎と護岸の間への鋼管矢板の打設



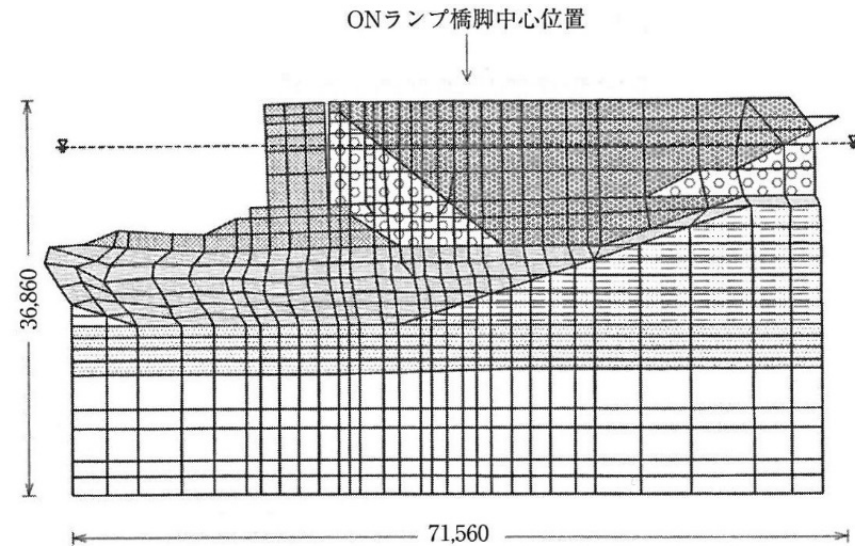
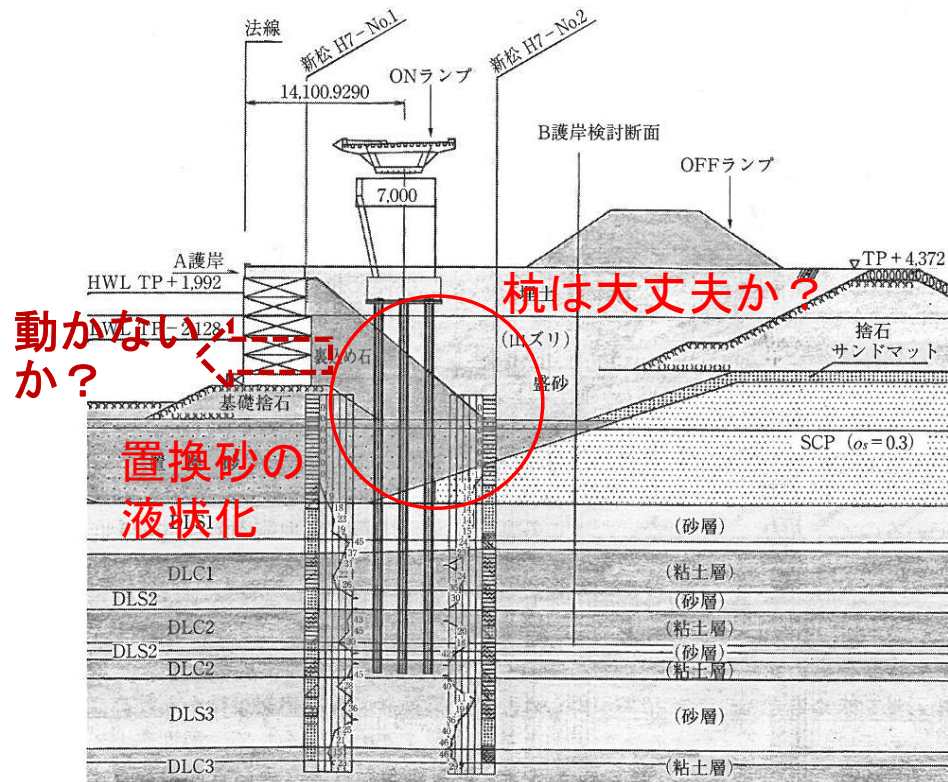
(2) 増し杭



ALIDの原型による変形解析



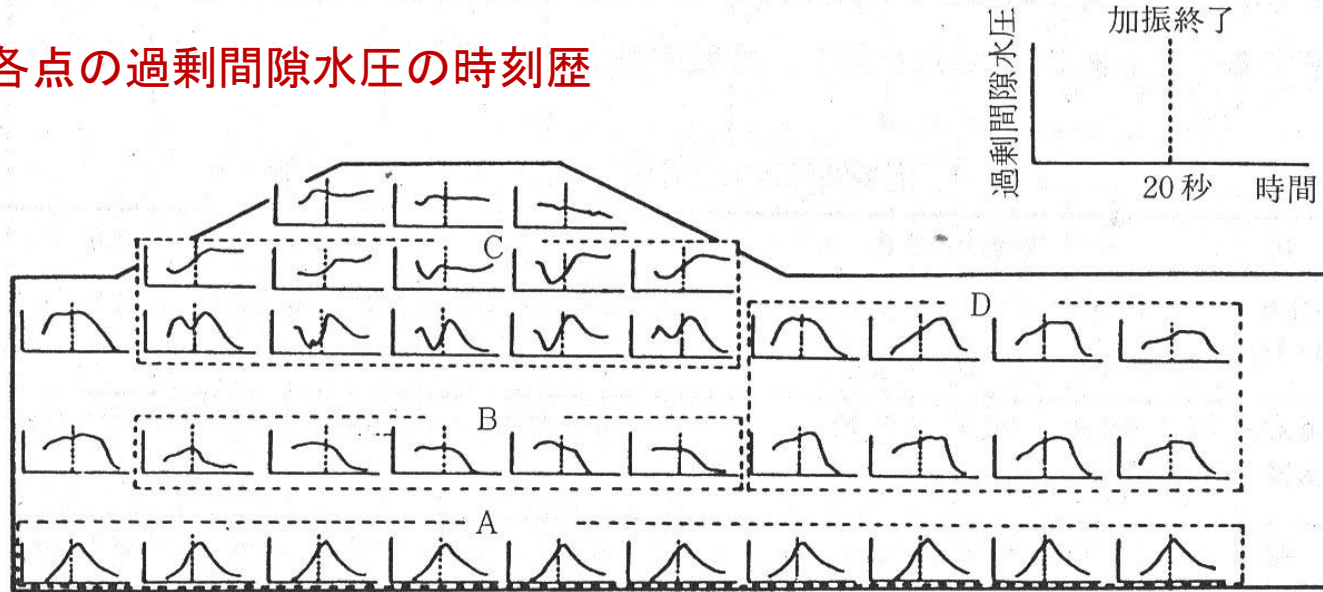
新北九州空港連絡橋を新設するにあたって護岸背後地盤の流動に対する設計を実施



落合英俊・安田進・前田良刀・藤原常男・田上裕：埋立地に基礎を持つ橋脚・橋台の事例—新北九州空港連絡橋の建設事例—，基礎工，Vol.31，No.5，pp.59-62，2003.

大型振動台実験で見られた複雑な盛土内の過剰間隙水圧の分布、時間変化

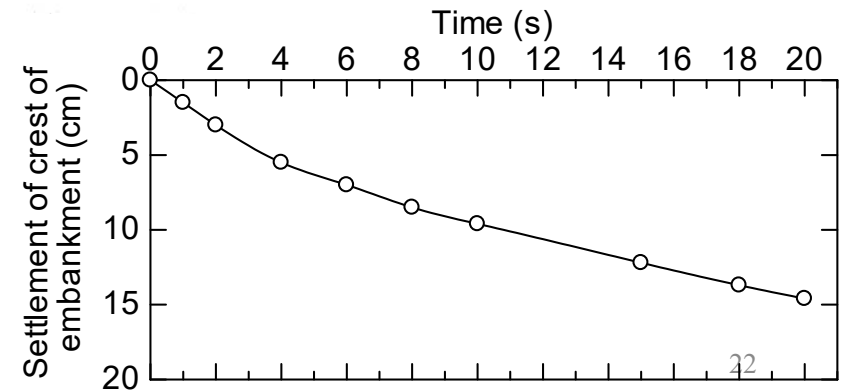
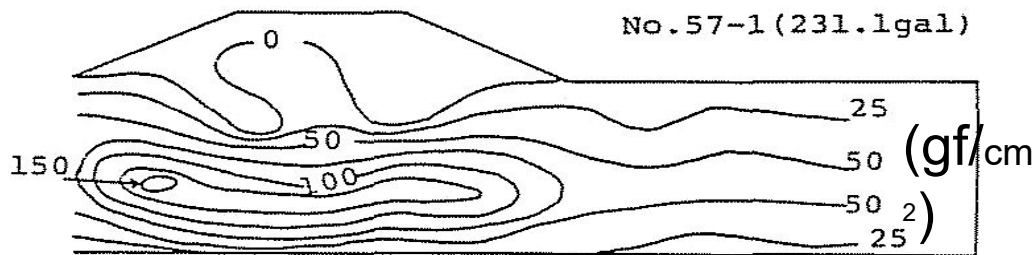
各点の過剰間隙水圧の時刻歴



- ▶ 過剰間隙水圧が最大となる時点は各点で異なって複雑。
- ▶ ALIDは単純化していて時間変化を考慮できないので留意が必要。

谷口栄一・森下義・古賀泰之・安田進・梅内勝彦：盛土に近接する掘割道路の耐震性に関する模型実験、第53回土質工学研究発表会、ss19; :09<3、4<;81

加振開始6秒後の間隙水圧分布



(5) 国際協力事業団の専門家派遣などによる国際貢献



JICAの専門家派遣で
出張・滞在した国：

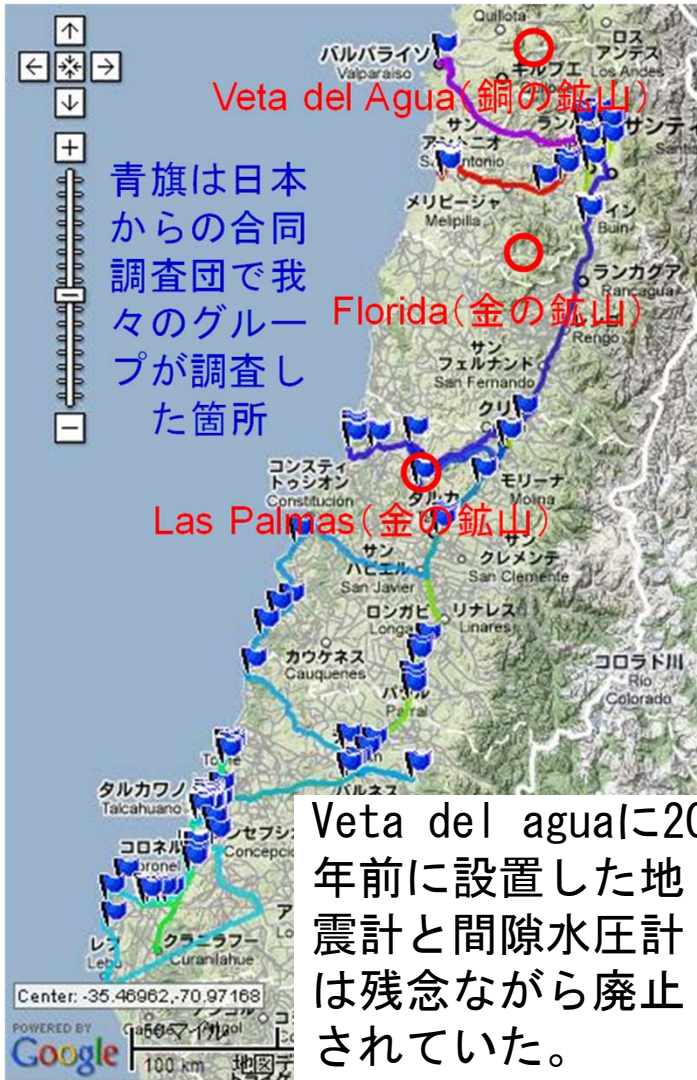
- ・ チリ
- ・ トルコ
- ・ ペルー
- ・ インドネシア

1990年にJICA専門家としてチリ国に半年派遣

地盤工学関係では鉱さい堆積場の液状化による被害が問題



2010年チリMaule地震による 鉱さい堆積場の被害箇所



大町先生らと一緒に出かけた各地の調査

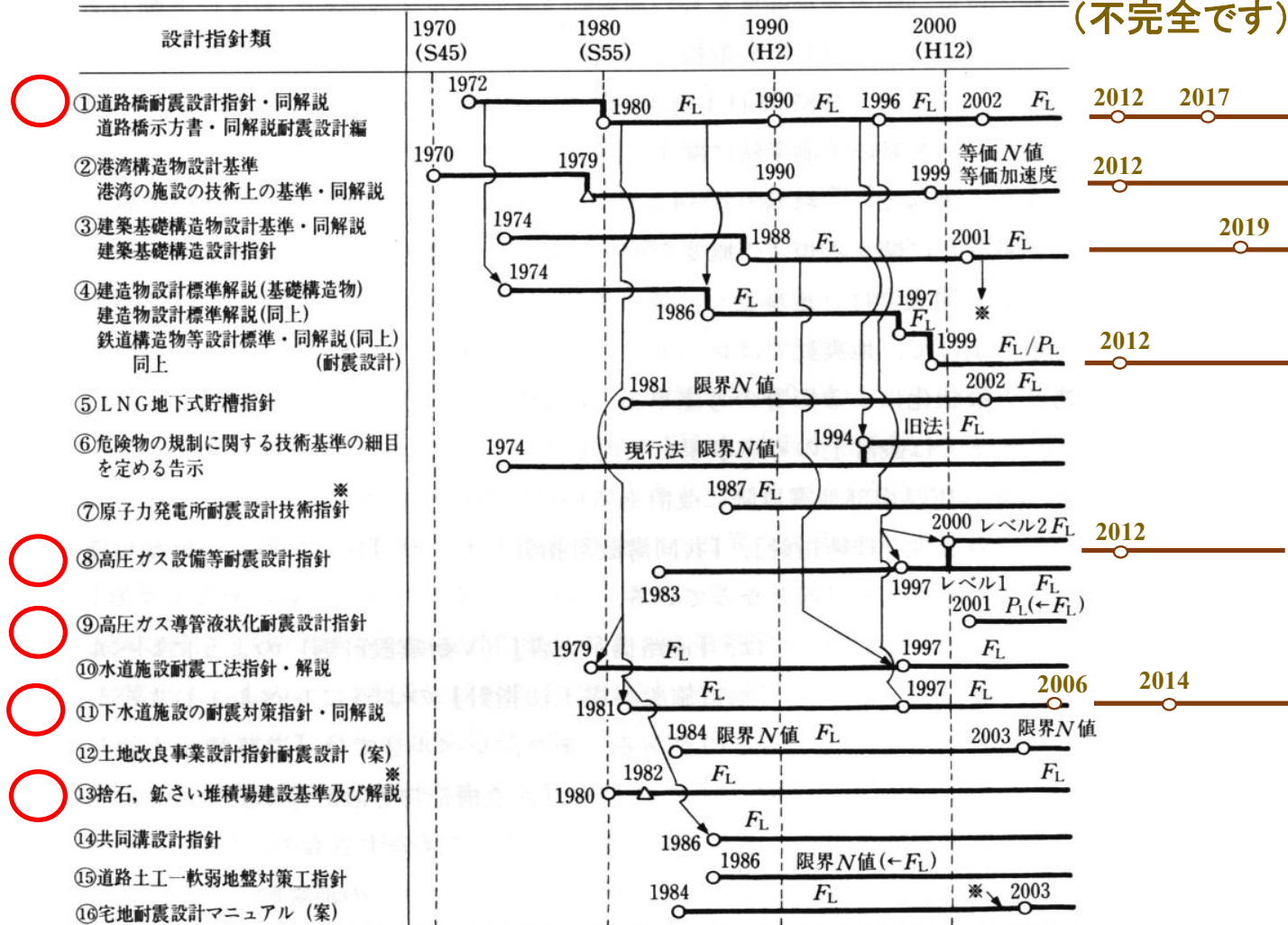


2. 土木事業の発達への貢献に関して

(1) 土木構造物の耐震設計基準類の作成の手伝い

(地盤工学会:液状化対策工法、2004)で整理した表

今回一部追記
(不完全です)



➤ 左の表は耐震設計基準類に液状化が考慮されるようになった年とその後改定された年。

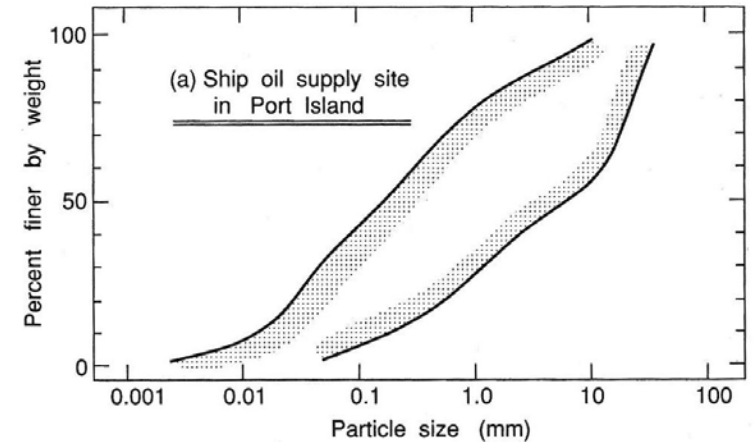
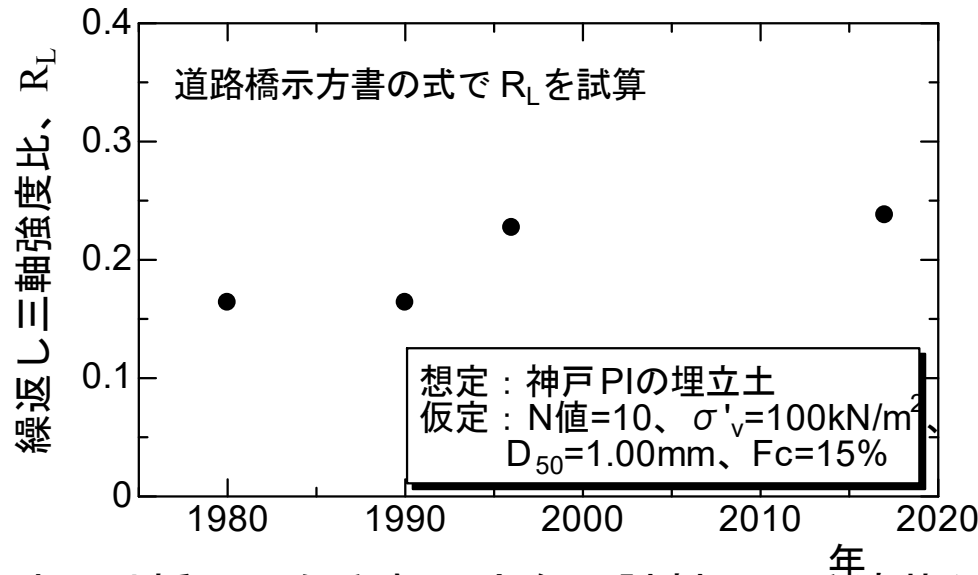
➤ ○は導入や改定にあたって私も参加させていただいてきた設計基準類。

➤ 各基準類で液状化の判定方法が異なる。

➤ 基準類によっては液状化判定方法が何度か改定されている。

道路橋示方書の改定にともなう R_L の変遷に関する試算

試算の条件
1995年阪神・淡路大震災で液状化したポートアイランドの砂を想定

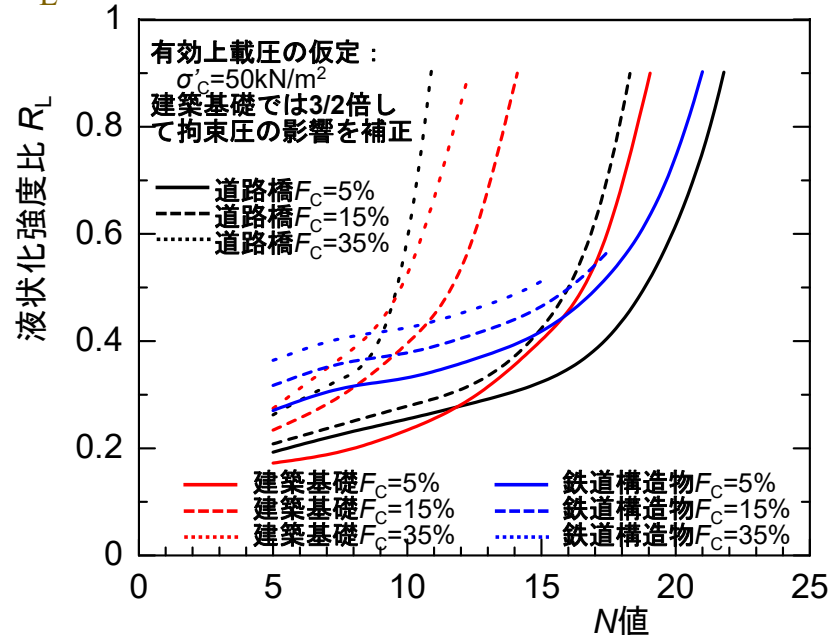


- 1990年：現地より採取した乱れの少ない試料による液状化試験結果を追加して、**細粒分含有率 F_c の影響**が加えられた。
- 1996年：兵庫県南部地震以降レベル2地震動での設計が必要になったので、 N 値が20～30程度の密な地盤に対し**凍結サンプリング法で試料採取**して試験が行われ、**中密～密な地盤での液状化強度の補正**が行われた。また、レベル2地震動がプレート境界型と内陸直下型とに分けられたため、それぞれの設計地震動と地震動特性による補正係数 C_w の値が設定された。
- 2017年：**細粒分が多くて N 値も小さい場合の修正**も必要になり、**チューブサンプリング法で乱れの少ない試料を採取**して液状化試験が行われた。そして、 R_L を補正する改定が行われた。

設計基準類に用いられている液状化の簡易判定方法の適用上の留意点と課題

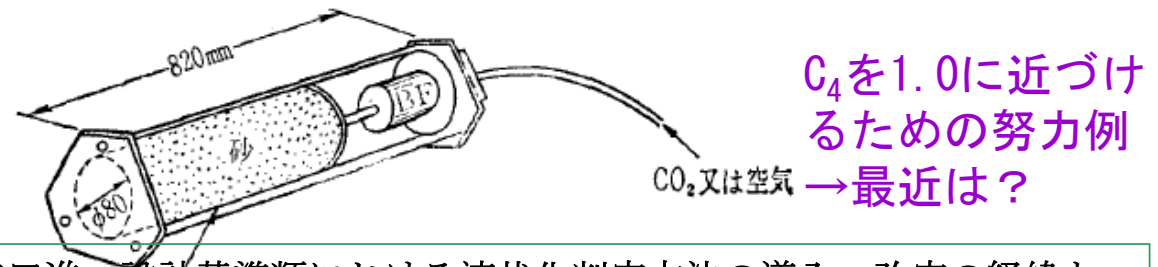
①細粒分を多く含む砂の液状化強度に注意

- 複数の基準類の方法で判定した結果は同じになるとは限らない。
- 特に細粒分を多く含む砂では液状化強度比 R_L がかなり異なる場合がある。
- 3つの設計基準類で N 値が5~20、細粒分含有率 F_C が5~35%における液状化強度比 R_L を試算してみた例を以下に示す。



②液状化試験や地震応答解析の実施の推進

- N 値は液状化強度と直接関係なく、 N 値を介するのはあくまで簡易法であり、必然的に判定結果に誤差が含まれることに、留意が必要。
- 繰返し三軸試験などで液状化特性を求めて地震応答解析と組み合わせて判定を行う“詳細法”が本来の液状化判定方法である。
- 繰返し三軸試験などを行う場合、乱れの少ない試料を採取し、運搬する必要がある。三軸セルにセットした供試体のせん断波速度を測定し、原位置で測定して速度と比較して試料の乱れをチェックすることも出来るようになってきている。



安田進：設計基準類における液状化判定方法の導入・改定の経緯と留意事項、基礎工、Vol.50、No.7、pp.63-66、2022.

(2) 2011年東北地方太平洋沖地震で液状化により被災した市街地に対する国土交通省による復旧ガイドライン作成への参画

- 広い範囲で液状化した割には、橋梁や中層建物などの被害は目立たなかった。京葉線の高架橋の基礎は液状化を考慮して設計しており、一面に液状化した浦安でも被害を受けなかった。
- 戸建て住宅、住宅地の平面道路、ライフライン、河川堤防は各地で甚大な被害を受けた。戸建て住宅や平面道路では液状化を考慮して建設が行われてこなかった。また、住宅地を造成した時点では設計に液状化を考慮していなかったライフラインが多く存在していた。
- 建物自体は被災しなかったアパートにおいても、入口の段差が発生し、ライフラインが被災したため、しばらくはマンション内で生活が出来ない状況に陥った。

浦安市での被災・無被災事例

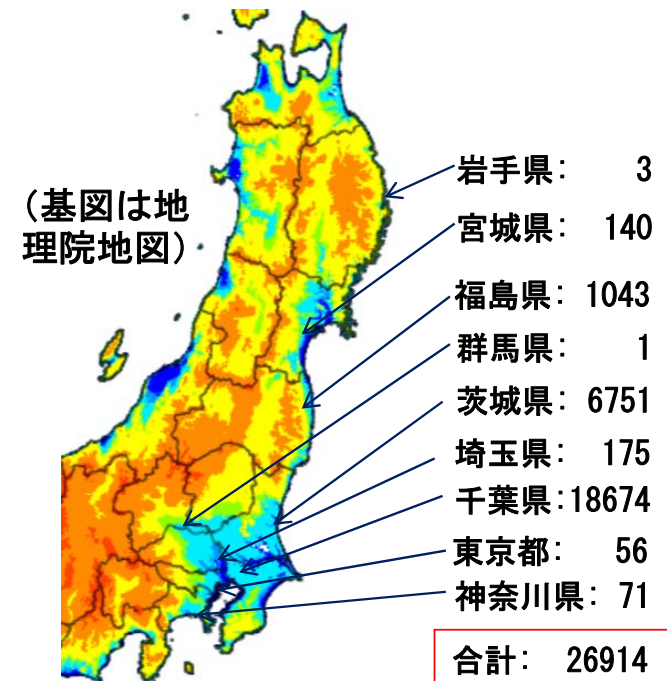
液状化を考慮して設計してあった高架橋は被害なし



戸建て住宅・道路・ライフラインでは甚大な被害発生



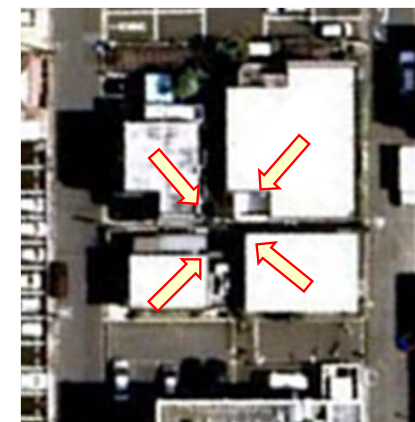
東日本大震災での液状化による戸建て住宅の被害数



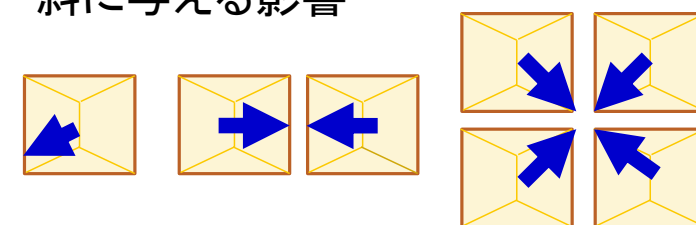
* 国土交通省都市局調べ (平成23年9月27日調査時点)

* 津波により家屋が流出した場合等については、上記被害件数に計上されていない。

東京湾岸の戸建て住宅の被害状況



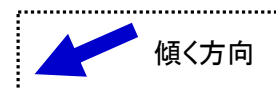
近接している住宅同士が傾斜に与える影響



(a)1棟独立

(b)2棟が近接

(c)4棟が近接



東京湾岸の市街地の平面道路の被害状況



市街地液状化対策事業

- 東日本大震災の8か月後に国土交通省により「市街地液状化対策事業」が創設。ある**地区内の道路や下水道などの公共施設と民間の宅地とを**、一体化して**液状化対策**を施そうとするもの。
- この事業を適用できる条件としては、i) **面積が3,000㎡以上でありかつ区域内の家屋が10戸以上**のもの、ii) **土地所有者・借地権者それぞれの2/3以上の同意が得られるもの**、iii) **公共施設と宅地との一体的な液状化対策が行われているものと認められるもの**、とされた。
- この事業では二つの大きな課題があった。**一つめは技術的な課題で、既存の住宅地を家が建ったままでどんな方法で対策を施せるか**であり、二つ目の課題は**住民の合意形成をいかにとるか**である。

国土交通省都市局都市安全課「市街地液状化対策推進ガイドンス」
http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_fr_000005.html

地下水位低下工法



(国土交通省による)

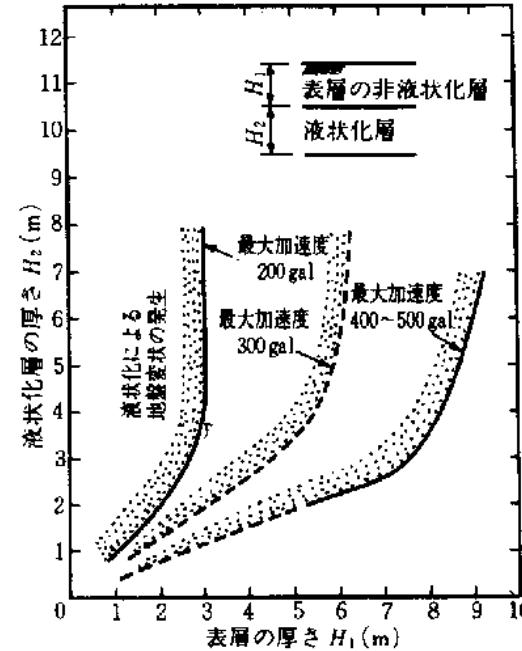
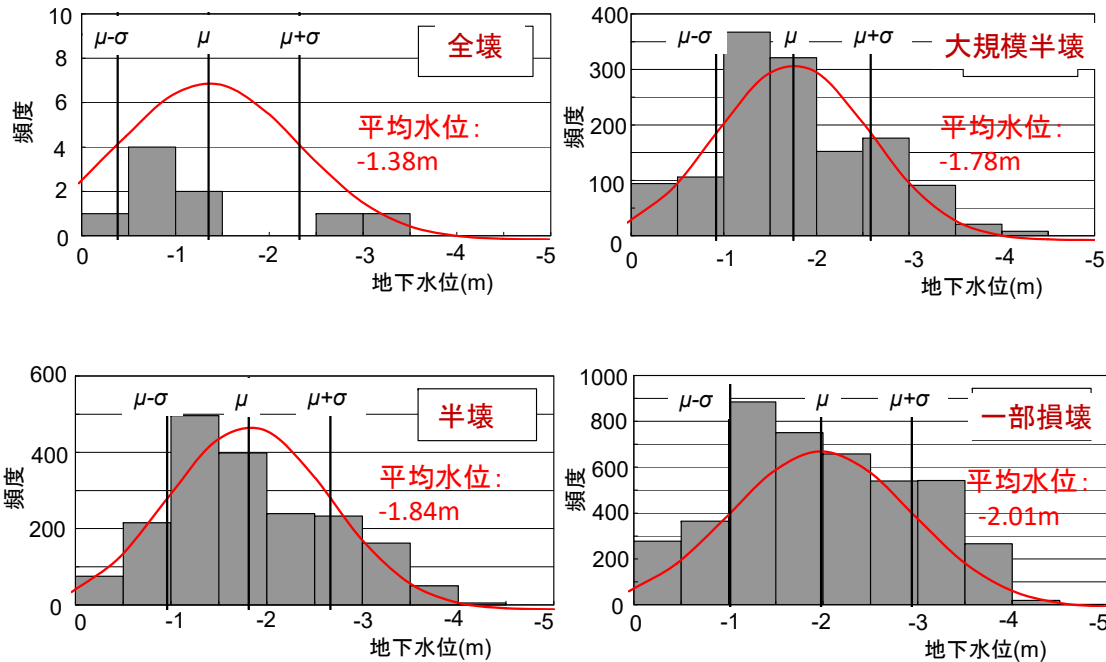
格子状地中壁工法



地下水位低下工法を実施するために実証実験などで検討された事項

1) 地下水位の低下量の設定方法

地震後に調べられた浦安市の被災程度と地下水位(浦安市による)

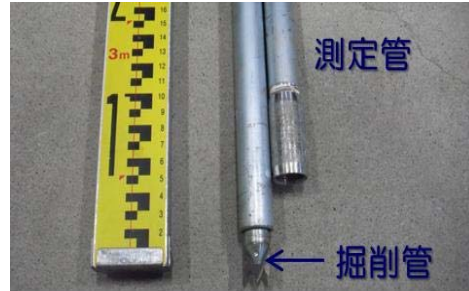


(石原による)

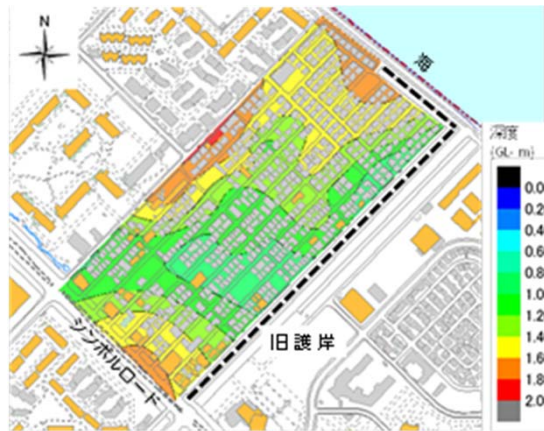
3つの地震で被害を生じた地下水位の境界

地震	住宅地	被害と無被害の境の地下水位
1983年日本海中部地震	秋田市新屋松美町	地震動の推定値によって異なるが、GL-1.5m~-2.5m
2000年鳥取県西部地震	米子市安倍彦名団地	地下水位が深いと傾きが小さくなり、10/1,000の傾きで判断するとGL-1.6m程度
2007年新潟県中越沖地震	柏崎市橋場町	地下水位が深いと被害程度が軽くなる

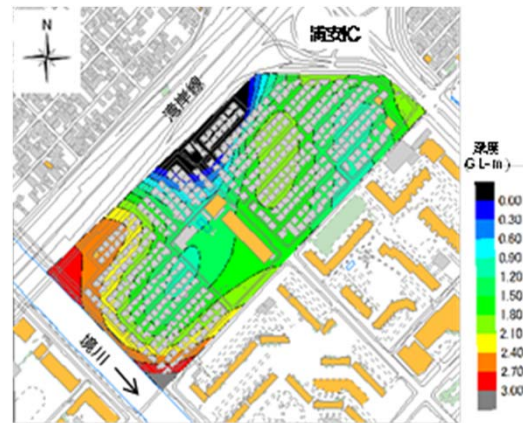
東日本大震災で被災した浦安の2地区の宅地における地下水位の調査例



入船4丁目の地下水位分布



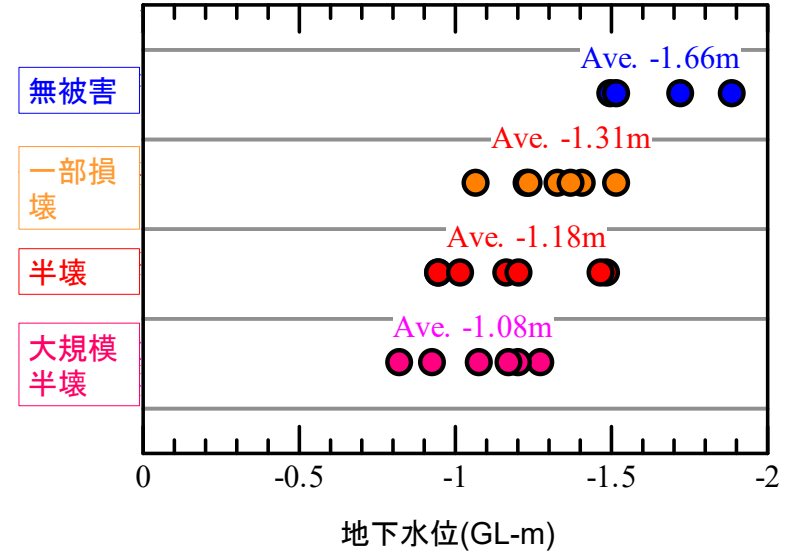
美浜3丁目の地下水位分布



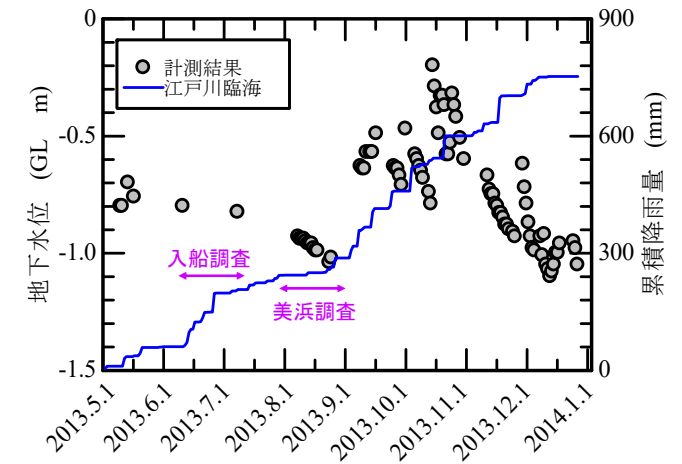
安田進・石川敬祐：地下水位低下が戸建て住宅の液状化対策に与える効果，日本地震工学会論文集，第15巻，第7号（特集号），pp.205-219，2015.

地下水位と住宅被害の関係

被害の程度



地下水位の時間変化と累積降雨量



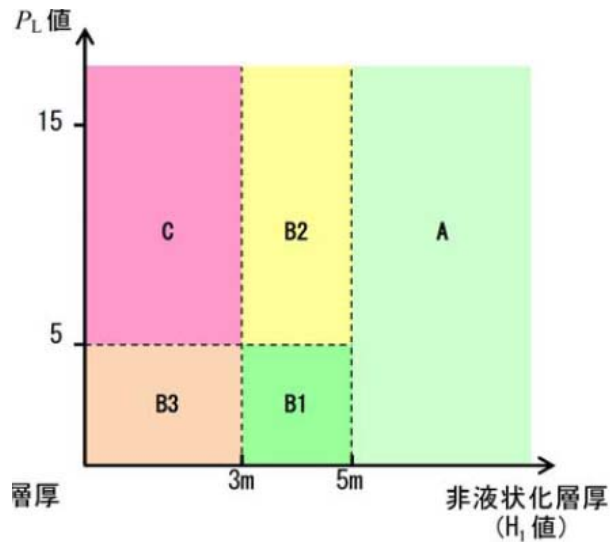
国土交通省で平成26年3月に出された市街地液状化対策推進ガイドンス

表 4-8 公共施設・宅地一体型液状化対策工法における効果の目標値の設定

判定結果	H ₁ の範囲	Dcyの範囲	P _L 値の範囲	地下水位低下工法	格子状地中壁工法
C	3m 未満	5cm 以上	5 以上	不可	不可
B3		5cm 未満	5 未満	不可 (※)	不可
B2	3m 以上	5cm 以上	5 以上	液状化被害軽減の 目標として可	不可
B1	5m 未満	5cm 未満	5 未満		
A	5m 以上	—	—		

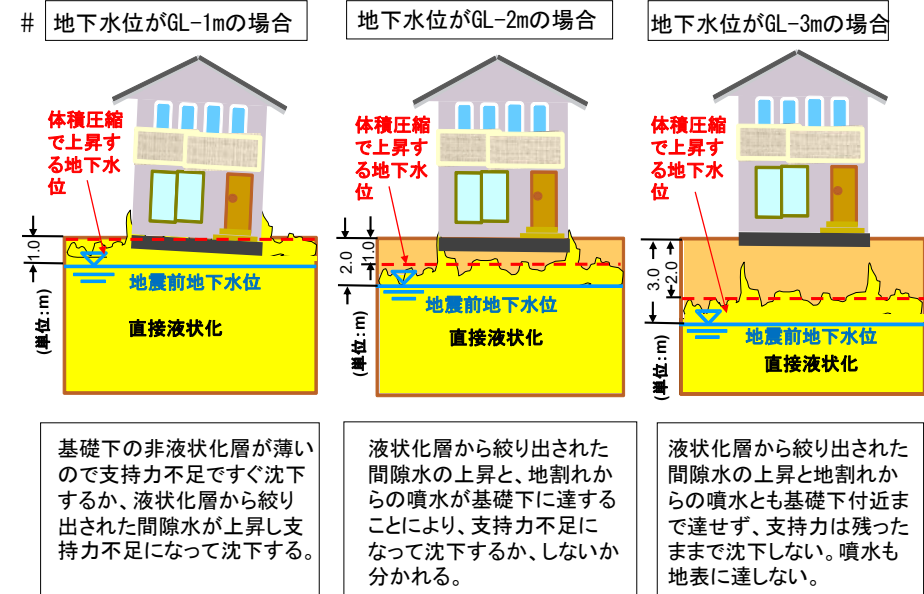
(※) 原則不可であるが、専門家からなる委員会等で詳細、且つ、高度な検討を行った結果の

判断についてはこの限りではない。



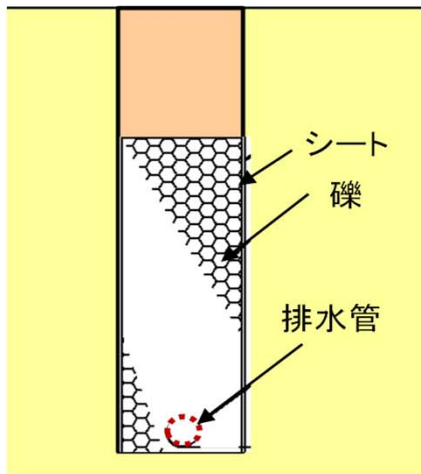
(b) H₁～P_L判定図

地下水位を3m程度の深さまで下げておくとめり込み沈下し難いメカニズムとして考えられる一案



2) 地下水位の低下方法

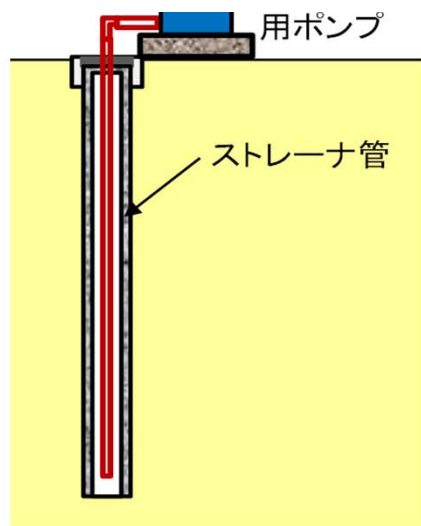
① 開削工法で排水管設置



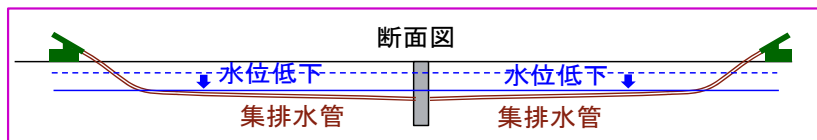
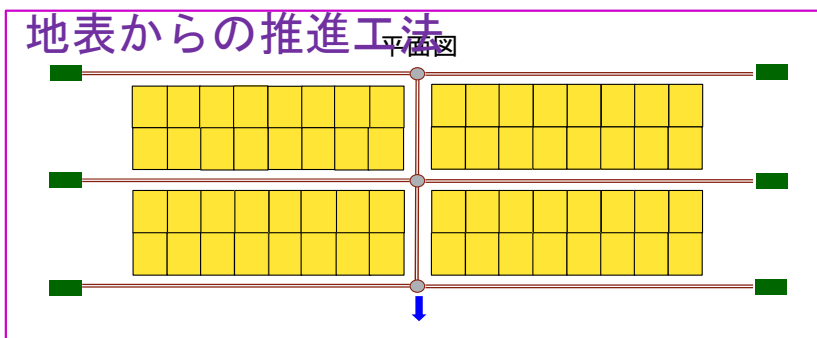
② 推進工法で排水管設置



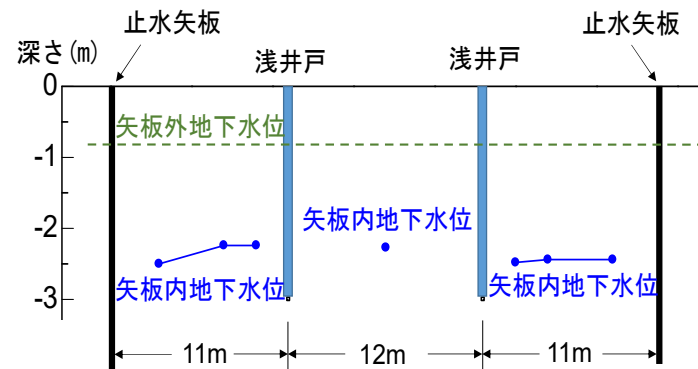
③ 浅井戸の設置



今後市街地
で対策が施
されるため
には排水管
設置方法の
開発が大切

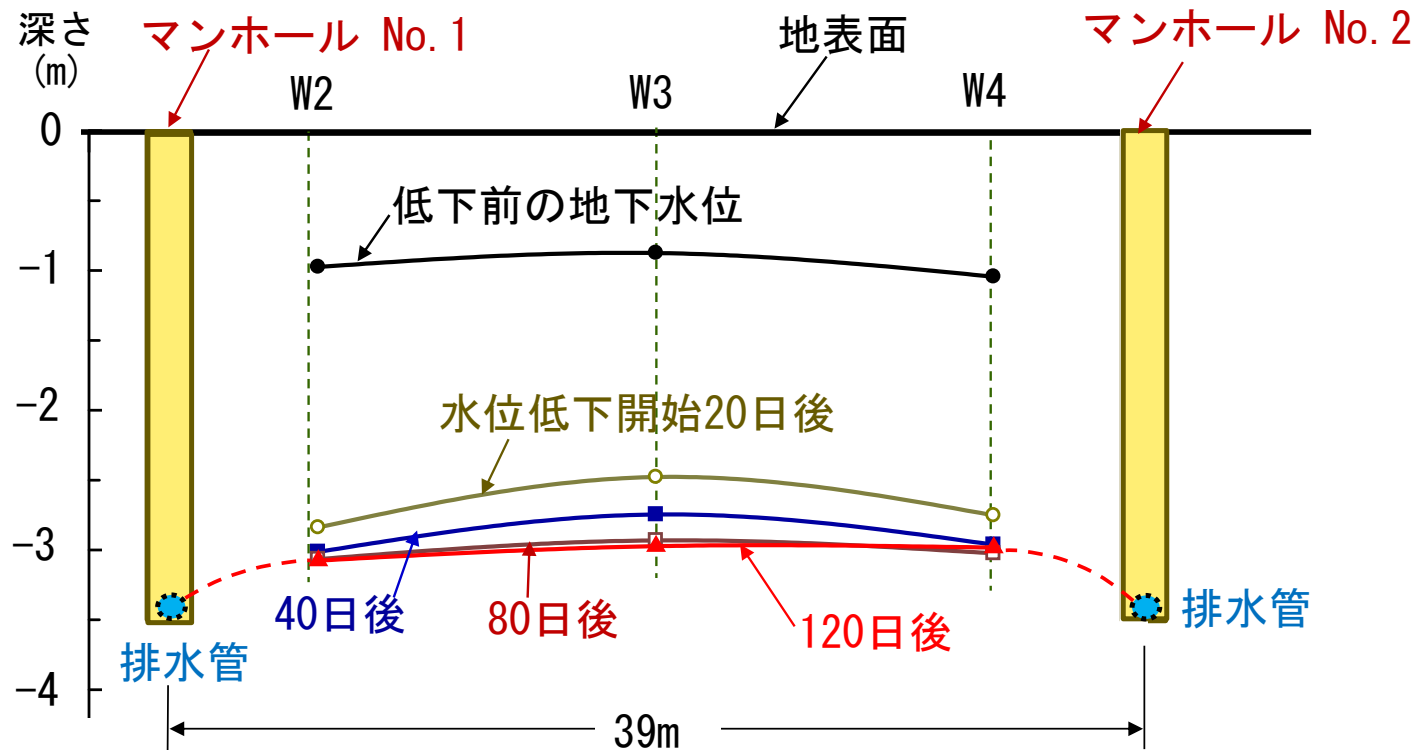


浅井戸方法



3) 水位低下のための排水管や浅井戸の設置間隔

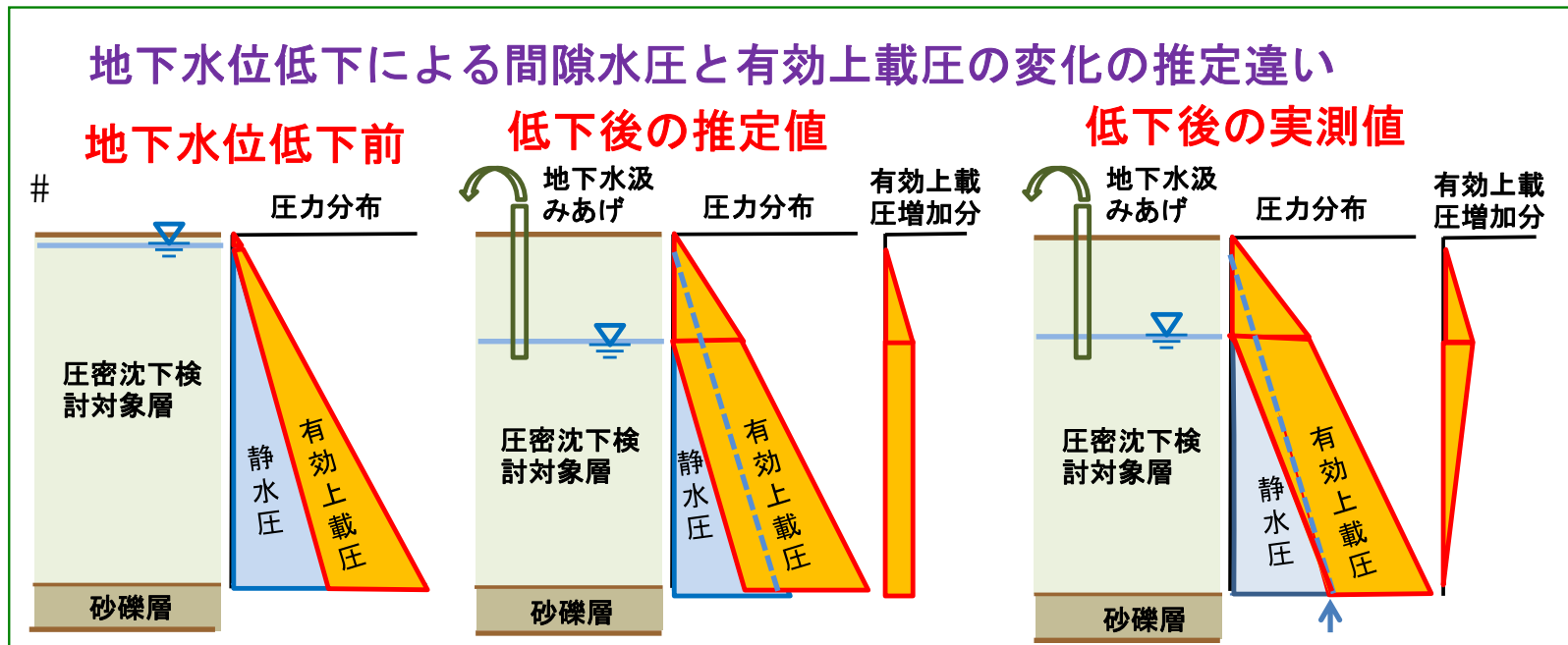
- ①当初は宅地内へも排水管を設置することを想定
- ②実証実験結果によると、40m程度離れた道路だけに設置する配置で宅地内の地下水位も下がった。→宅地内への設置は不要になった。



4) 地下水位低下に伴う地盤の沈下量の推定方法

- ①従来の方法：大きな沈下量
- ②実証実験や詳細な地盤によって
得られた知見：沈下量は少ない
 - <理由1> 間隙水圧の低下分布が仮定と異なる
 - <理由2> 表層が過圧密になっていることが多い

都市名	実験結果	
	期間	地表面沈下量 (cm)
神栖市	60 日後	0.1 ~ 0.5
我孫子市	最終	約 5
久喜市	30 年後	7.8



千葉市美浜区磯辺4丁目の集排水管位置と地下水位低下結果

対策前（2018年9月3日時点）

宅地数：260宅地

宅地の標高：

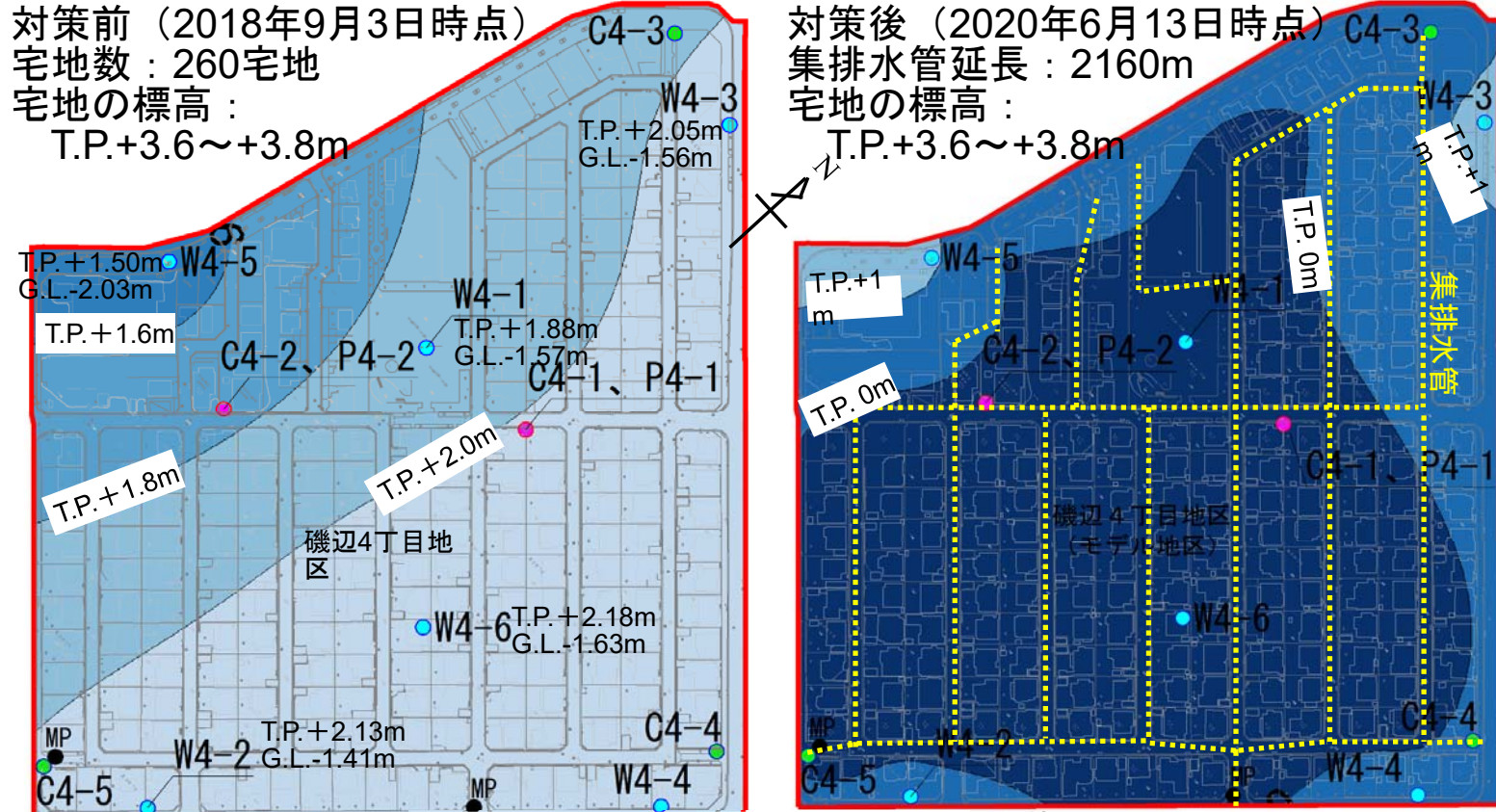
T.P.+3.6~+3.8m

対策後（2020年6月13日時点）

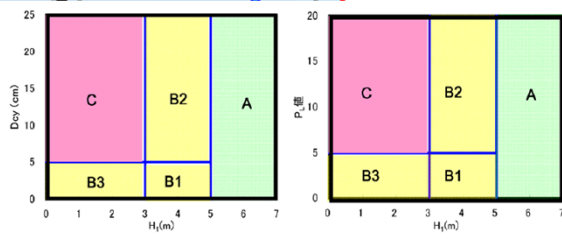
集排水管延長：2160m

宅地の標高：

T.P.+3.6~+3.8m



- 止水矢板
- 測定
- ：地下水位
- ：地表面標高
- ：間隙水圧 + 地表面標高



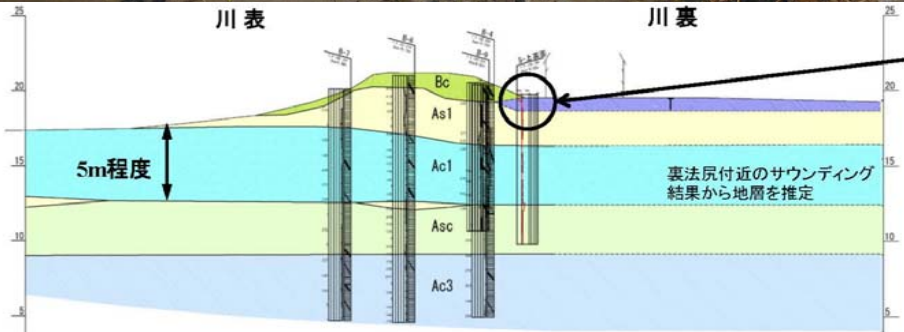
(千葉市による) 100 (m)

すべての地点がCでないことを確認して事業終了

- 地下水位低下工法で6都市，格子状地中壁工法で1都市，側方流動対策で1都市が対策された。
- 2,016年熊本地震の復旧にあたっても地下水位低下工法が適用されている。
- コンビナートでは大型のタンクや建物は液状化対策を施すようになっているが，道路や倉庫などの小規模構造物では対策が施されていないので，このような敷地全体の対策を施すと良い。

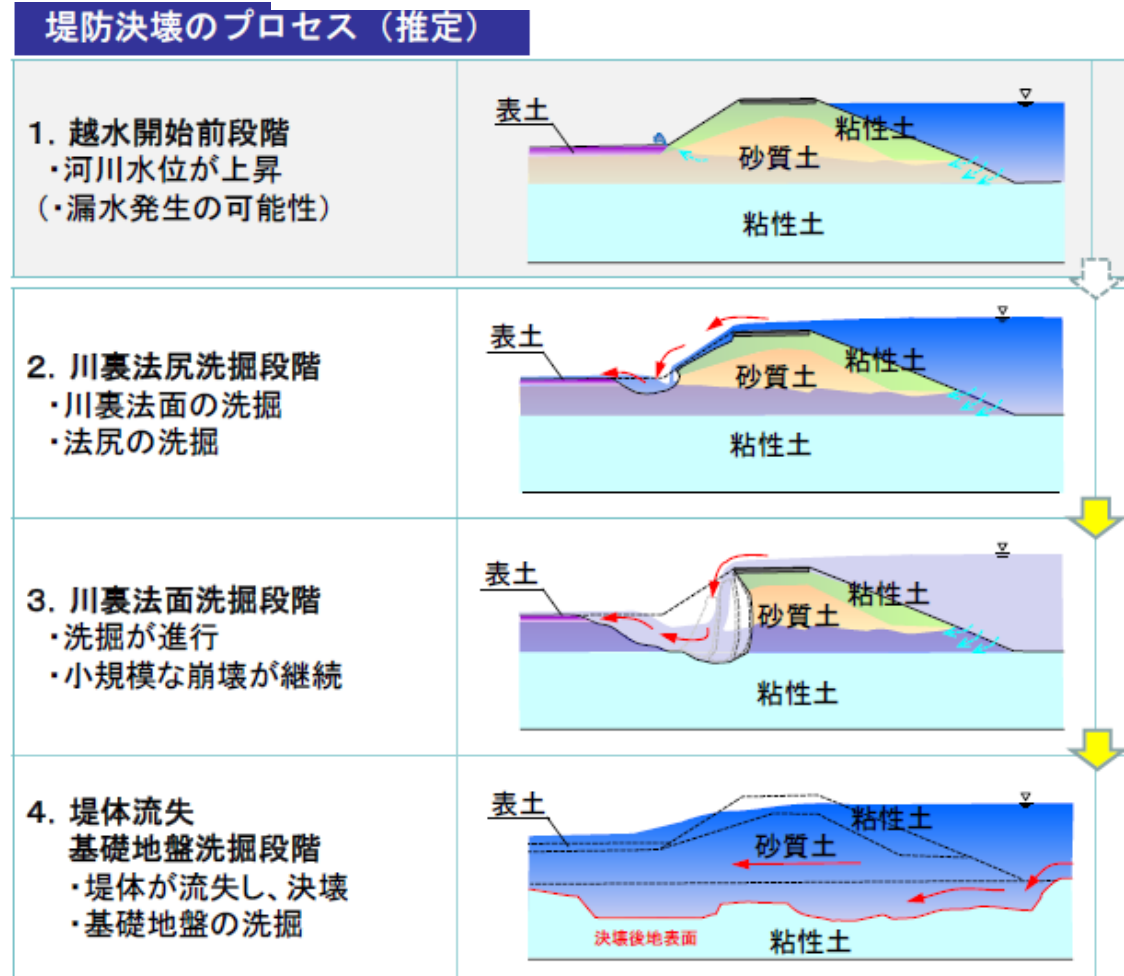
(3) 豪雨時の河川堤防の決壊被害に対する復旧への貢献

①2015年台風18号による鬼怒川の堤防の決壊と復旧



砂からなる自然堤防の上に粘性土を盛って堤防が建設されていた。

鬼怒川堤防の決壊のプロセス



(国土交通省関東地方整備局による)

決壊区間上流端の断面

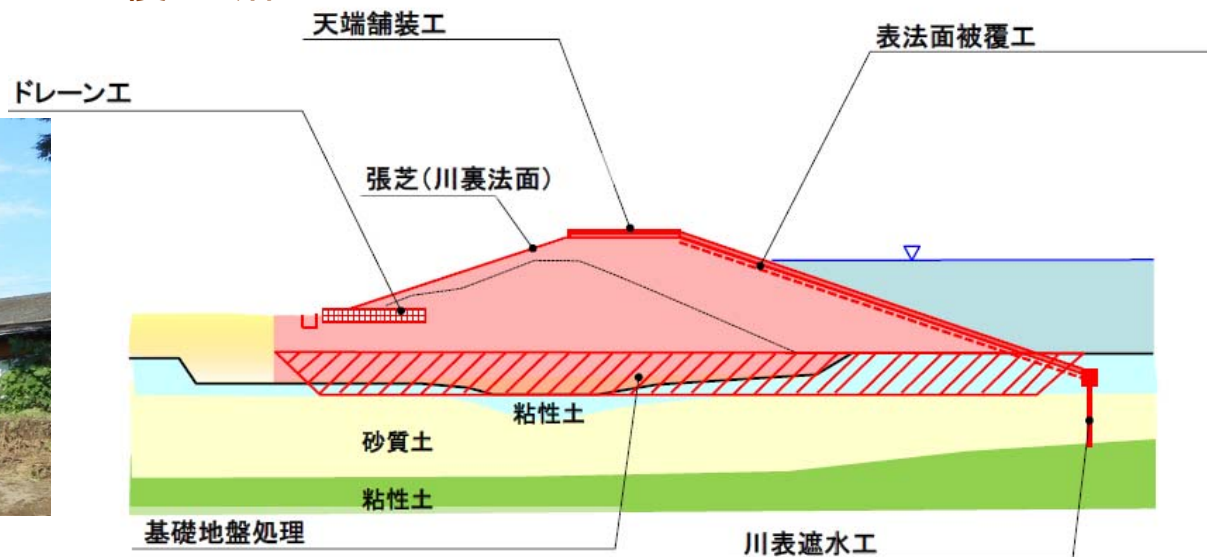


復旧の方針

将来越水しないように堤防を高くし、浸透を防ぐために堤防の幅を広くすると同時に、川表のり面被覆工を設ける。

Yasuda, S., Shimizu, Y. and Deguchi, K.: Investigation of the mechanism of the 2-15 failure of a dike on Kinu River, Soils and Foundations, 56, pp.581-592, 2016.

復旧断面



(国土交通省関東地方整備局による)

復旧後



②2019年台風19号による堤防決壊と復旧



越辺川右岸0.0kの堤防決壊箇所では、浸水した水がすでに堤内地から川に向かって戻り始めていた。

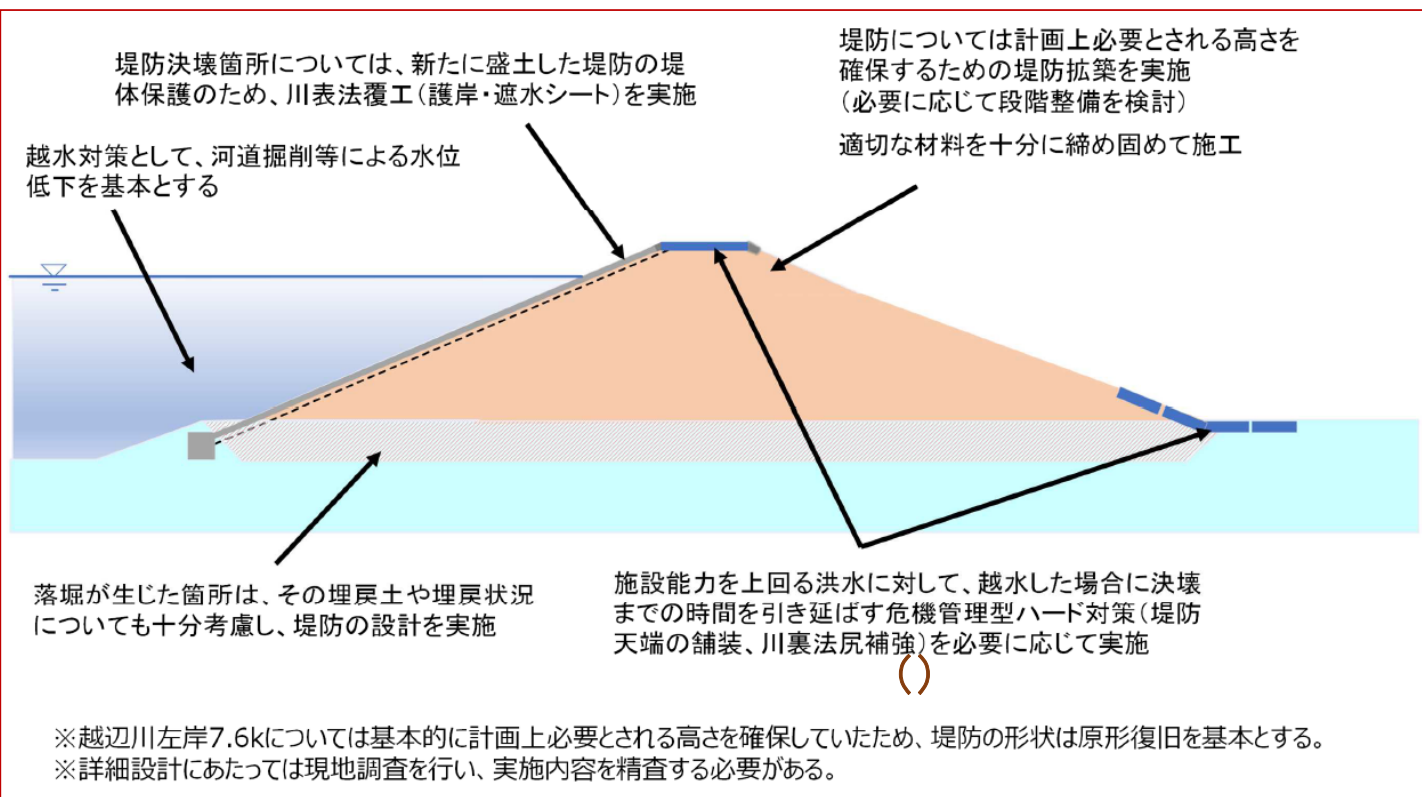
提起された課題：

- ①この台風では関東、東北、信州で142か所の堤防が決壊し、その大半は河川の水位が計画高水位を超えて越水したため。
- ②本川の水位上昇により支川からの水も排水できなくなり支川も氾濫した。
- ③気候変動に伴い降水量が増大しているため、越水は免れなくなったのか？ それに対処するにはどうすれば良いか？

決壊区間における本復旧の基本方針（案）

- 越水対策として河道掘削等による水位低下
- 決壊箇所には川表法覆工（護岸・遮水シート）を実施。
- 施設能力を上回る洪水に対し、越水後決壊までの時間を引き延ばす危機管理型ハード対策を実施。

荒川水系越辺側・都幾川の決壊箇所における本復旧工法（案）



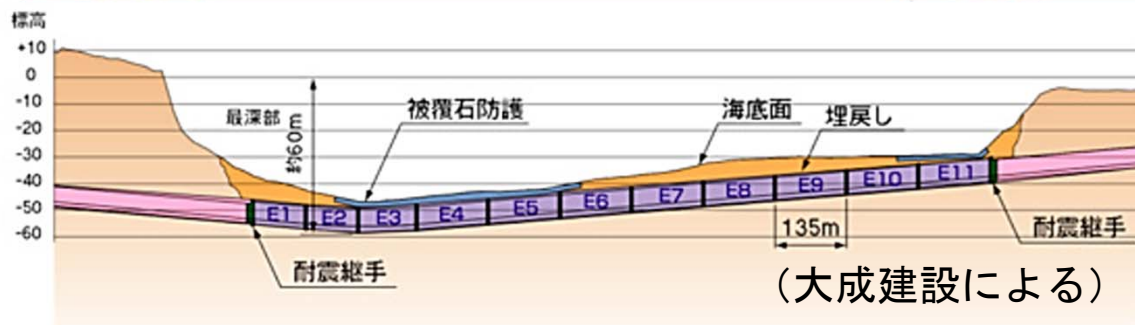
（国土交通省関東地方整備局による）

(4) 国内・外の大型建設プロジェクトへの参加



大成建設(株)が施工されたボスポラス海峡横断鉄道トンネル

- カズリチェシュメ駅から、ボスポラス海峡を挟んでアイリクチェシュメの新駅までの13,558mがつながり、ヨーロッパ大陸とアジア大陸が1本の鉄道トンネルで結ばれた。
- 海峡部は沈埋トンネル工法で施工された。



https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2011/110228_3743.html

コンパクショングラウ
チング工法による海底
地盤の改良



完成後



3. 土木学会の発展への貢献

- 土木学会において2012年6月から2年間理事を務めた。
- 調査研究部門では、地震工学委員会の委員・顧問、および地盤工学委員会の委員・委員長を歴任。
- 国内外での大地震発生時には特別委員会のメンバーとして現地調査を主導し、被害調査および今後の被害軽減のための貴重な情報収集と発信を行った。
- 総務部門で論文賞選考委員会や学術振興基金運営委員会などを務めた。
- 教育企画部門では土木教育委員会倫理教育小委員会委員を務めた。
- 技術推進機構の技術者資格委員会では本制度の設立初期に試験問題の作成などにあたり、技術評価制度委員会などの委員も務めた。
- 出版部門では「動的解析と耐震設計」や「土木技術者の倫理」の執筆や論文集編集委員会の査読員を務めた。
- 社会支援部門では司法支援特別委員会委員を務めた。

謝辞：名誉ある功績賞を受賞させていただき誠に有難うございました。土木学会の益々のご発展を願っています。