

H27.12.18 土研新技術ショーケース2015 in 静岡

【地盤対策技術】

コンジットパイル工法
-既設杭基礎の耐震補強技術-

(国研)土木研究所 寒地土木研究所
寒地地盤チーム 主任研究員 富澤幸一

説明概要

- ①既設杭基礎耐震補強の必要性 (1. 2. 3. 4. 5)
大地震多発、国策連動・H26事務連絡、倫理的意義
- ②既往補強の技術的課題 (1. 2. 3)
補強技術体系化・要求性能・解析手法
- ③耐震診断フロー (案)
変状杭基礎・液状化、橋梁全体診断
- ④コンジットパイル工法=改良体併設補強 (1. 2. 3. 4)
概要、差別化・制約条件下、施工法、実験・設計法
- ⑤補強技術の方向性・(他種)事例

①既設杭基礎耐震補強の必要性
(1. 2. 3. 4. 5)

①既設杭基礎耐震補強の必要性 1
(地震被災による塑性化)



①既設杭基礎耐震補強の必要性 2
(設計基準改定・液状化現象)

大規模地震の経験を踏まえ、新設橋の
設計地震力・保有耐力向上必要

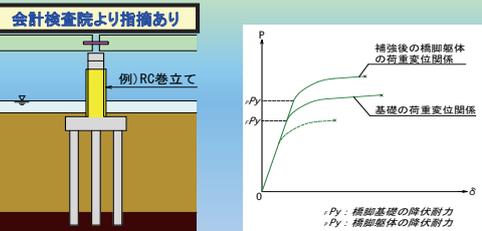
液状化被災は全国的課題=対策急務



東北地方太平洋沖地震
液状化災害

東北・関東 9700ヶ所

①既設杭基礎耐震補強の必要性 3
(上下部補強による基礎への負荷)

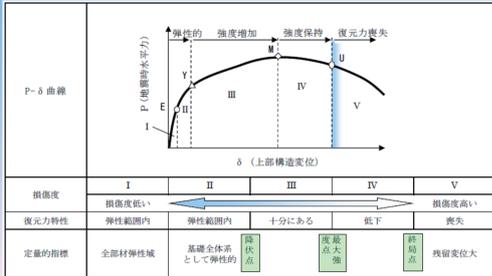


下部工躯体補強は既設基礎が耐震性確保前提で成立

いくら上下部工を補強しても地震エネルギー全体が
既設基礎に作用すれば橋梁全体の機能崩壊

①既設杭基礎耐震補強の必要性 4
国策連動・H26事務連絡

2013.12.4「国土強靱化基本法」制定し防災・減災は国策
2015.6 国土交通省事務連絡 既設基礎の耐震性能



①既設杭基礎耐震補強の必要性 5
倫理的意義

著しく老朽化し明らかに耐震性が過小な既設杭基礎
(例えばパイルベント・木杭等)を放置し、地震時の損壊で
人命を損なう可能性があるとするれば。

技術者倫理違反？

利用者の安全・安心のため、また防災対応として
その方策も含め技術者議論・行政支援が必須



②既往補強の技術的課題
(1. 2. 3)

②既往補強の技術的課題 1
補強技術体系化

■既往補強工法

(増杭・マイクロパイル・シートパイル等)

は既設基礎に部材接合を必要

=異種基礎形式で設計法不明瞭

=フーチング剛性確保が困難な場合有

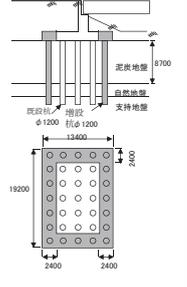
■掘削・埋戻し土工必要

交通供用中の施工性問題

■施工制約(立体交差橋・桁下空間)

施工コスト大

増杭工法



②既往補強の技術的課題 2
要求性能

■道路橋示方書は新設杭対応

既設基礎の重要度別等不明確

■現行の柱補強は降伏耐力

■基礎剛性の向上は根本的な軟弱地盤
対策液状化対策とはならない可能性

■橋梁全体系の評価=振動単位系

永代橋の耐震補強調査事例



全体解析事例

②既往補強の技術的課題 3
解析手法

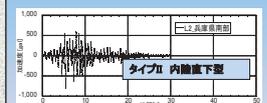
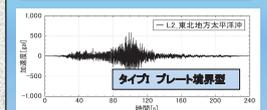
■静的解析・動的解析

静的プッシュオーバーの保有水平耐力
照査では杭力学挙動の詳細は不明瞭

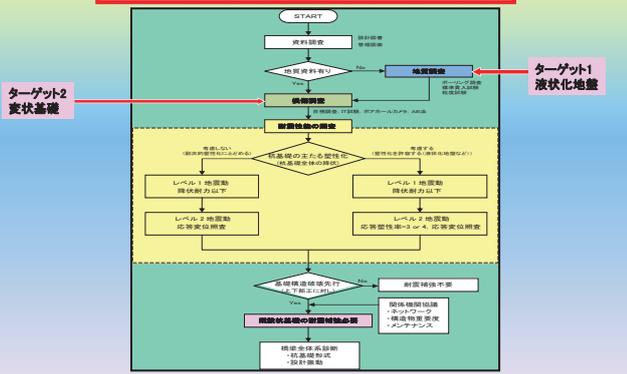
■道路橋設計は地表面波主体

■地震力(経験的・理論的)・非線
形性・パラメータ精度・確率論

道路橋レベル2地震 地表面波



③耐震診断フロー（案）



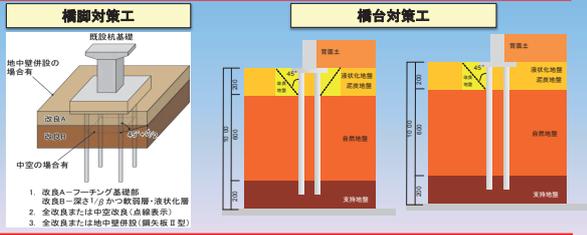
変状基礎・液状化(L1橋台)等をターゲットに先行して耐震診断

④コンジットパイル工法 杭周辺に改良体併設補強 (1. 2. 3. 4)

④コンジットパイル工法 1

工法概要

著しく老朽化し耐震性が過小な超軟弱地盤や液状化地盤における橋脚及び橋台の既設杭基礎に対して、杭周辺の脆弱地盤を地盤改良工で改善し、杭反力・支持力等の増強を図り、大規模地震時の杭応答変形を抑制する既設杭の耐震補強技術



実用現場を希望 *** 地盤改良専門3会社 ~ 業務連携

④コンジットパイル工法 2

差別化・制約条件下

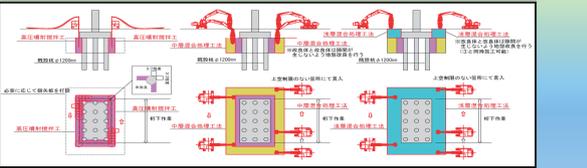
既往補強技術との差別化、土工不要・既設基礎と接合不要
基礎形式変更しない

- 制約条件下可能 ~
- ①立体交差の既設橋梁
 - ②桁下が2m低空頭
 - ③交通供用の施工
 - ④施工時に既設基礎への影響無

特許取得:特許第5077857号(2012)
NETIS登録:HK-130008-A一般(2013)

④コンジットパイル工法 3

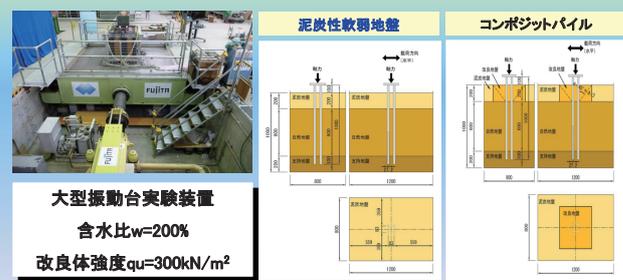
施工法



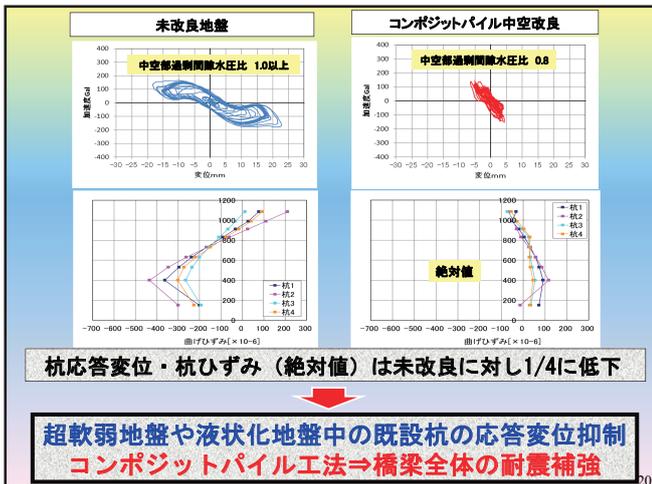
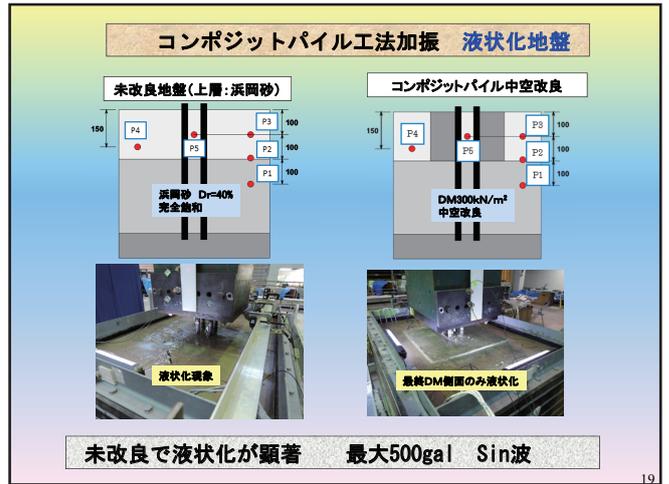
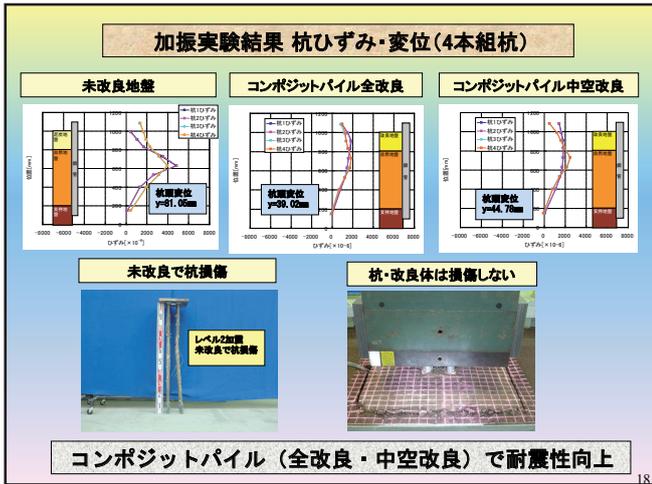
- ① 低変位型フーチング側面改良 SCPでは基礎変状可能性有り
 - ② 中層混合 + 浅層混合 (同時施工可能)
 - ③ 増杭工法に対して、建設コスト縮4割減・工期5割短縮
- 事例:増杭周囲1列⇒鋼管杭800mm・L=20m・20本 + 土工 + フーチング
直接工費~約2000万円 工期~約70日
コンジットパイル 側面高圧100m³ + 幅方向改良1/β 5m 500m³
直接工費~約1200万円 工期~約35日

④コンジットパイル工法 4

実験・設計法



レベル2地震動タイプI 東北地方太平洋沖地震
基礎入力地震動: 692gal 240sec



基本設計法

動的非線形有限要素法解析 56ケース、基礎波CONC耐震示方書

ケース	改良深さ(m)	改良幅(m)	改良体強度 (MPa)	レベル1地震動		レベル2地震動	
				最大変位(mm)	最大応力(N/mm ²)	最大変位(mm)	最大応力(N/mm ²)
0-0	0	0	0	21.7	22.0	4.77E-04	3.74E-04
1-1	4.0	11.1	16.9	3.59E-04	2.77E-04	5.81E-05	1.72E-04
1-2	2.0	12.7	17.1	3.13E-04	2.55E-04	4.89E-05	1.36E-04
1-3	8.0	9.8	16.3	3.43E-04	2.73E-04	4.82E-05	1.32E-04
1-4	4.0	14.0	17.9	3.59E-04	2.69E-04	5.01E-05	1.38E-04
1-5	2.0	16.1	18.8	3.48E-04	2.64E-04	4.90E-05	1.48E-04
1-6	8.0	12.3	17.5	3.53E-04	2.73E-04	4.78E-05	1.29E-04
1-7	4.0	10.4	16.2	3.37E-04	2.68E-04	5.45E-05	1.24E-04
1-8	2.0	12.4	16.9	3.23E-04	2.66E-04	4.90E-05	1.30E-04
1-9	8.0	9.7	16.4	3.36E-04	2.80E-04	4.14E-05	1.19E-04
2-1	4.0	12.7	19.9	3.98E-04	2.86E-04	6.32E-05	1.49E-04
2-2	2.0	16.3	19.1	3.78E-04	2.80E-04	5.33E-05	1.50E-04
2-3	8.0	13.2	20.8	4.23E-04	3.00E-04	6.34E-05	1.47E-04
2-4	4.0	14.0	19.6	4.13E-04	3.09E-04	6.23E-05	1.52E-04
2-5	2.0	16.3	19.1	3.78E-04	2.88E-04	5.33E-05	1.56E-04
2-6	8.0	14.0	19.7	4.13E-04	2.88E-04	6.15E-05	1.50E-04
2-7	4.0	12.1	19.4	3.86E-04	3.11E-04	5.66E-05	1.49E-04
2-8	2.0	14.3	19.0	3.58E-04	2.95E-04	5.19E-05	1.51E-04
2-9	8.0	12.5	21.2	4.57E-04	3.10E-04	6.67E-05	1.48E-04
3-1	4.0	9.3	14.6	3.85E-04	2.55E-04	4.88E-05	8.5E-05
3-2	2.0	12.8	19.0	3.75E-04	2.82E-04	5.06E-05	1.27E-04
3-3	8.0	7.9	11.5	2.17E-04	2.30E-04	3.71E-05	5.7E-05
3-4	4.0	14.0	19.3	3.76E-04	2.69E-04	5.03E-05	1.21E-04
3-5	2.0	16.3	20.4	4.16E-04	2.78E-04	5.13E-05	1.50E-04
3-6	8.0	11.3	14.4	2.70E-04	2.48E-04	3.55E-05	100E-05
3-7	4.0	8.0	13.5	2.79E-04	2.23E-04	3.35E-05	6.6E-05
3-8	2.0	12.1	17.8	3.41E-04	2.69E-04	4.84E-05	1.11E-04
3-9	8.0	4.9	7.9	1.78E-04	1.73E-04	4.79E-05	40E-05

改良範囲及び深さ1/β 妥当・改良強度300kN/m²程度基本

⑤補強技術の方向性・(他種)事例

結言

アカデミックな議論は当然必要であるが・・・実務を踏まえ

1. 基礎耐震診断手法の体系化
2. 要求性能に応じた補強技術のリスト策定
3. 一定条件下での活用システム化

大規模地震を想定し、公共構造物である橋梁全体及び既設杭基礎の耐震補強を必要に応じて早期に取り組むべきである。
その一手法としてコンポジットパイル工法は有用。

2003. 9. 26M8相当 十勝沖地震

橋梁周辺の液状化現象・噴砂

地震改良高圧噴射

東京モノレール杭補強2012~

コンジットパイル工法

研究成果情報:新技術情報システム (NETIS参照)
土木研究所寒地土木研究所:<http://www.ceri.go.jp>

参考論文

土木学会・日本地震工学会・地盤工学シンポジウム

問合せ先

土木研究所寒地土木研究所
寒地技術推進室 011-590-4046
寒地地盤チーム 011-841-1709

24



パンドラの箱は
もう空いているのかも？

ともに議論・認識共有が必要

ご清聴ありがとうございました

END

25