

応募テーマ

2. 基礎及び敷地に関する基準の整備に資する検討

応募調査名

「基礎・敷地の安全性等に関する調査検討」

東京都市大学

都市工学科教授 末政直晃

共同研究者:(独)建築研究所

共同研究・委託

(財)ベターリビング

群馬大学

旭化成建材

ジオデザイン

東京ソイルリサーチ

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

擁壁の規模や形式が地震時に住宅や敷地に与える影響を系統的なFEM解析の実施により調べ、対応策を検討する。

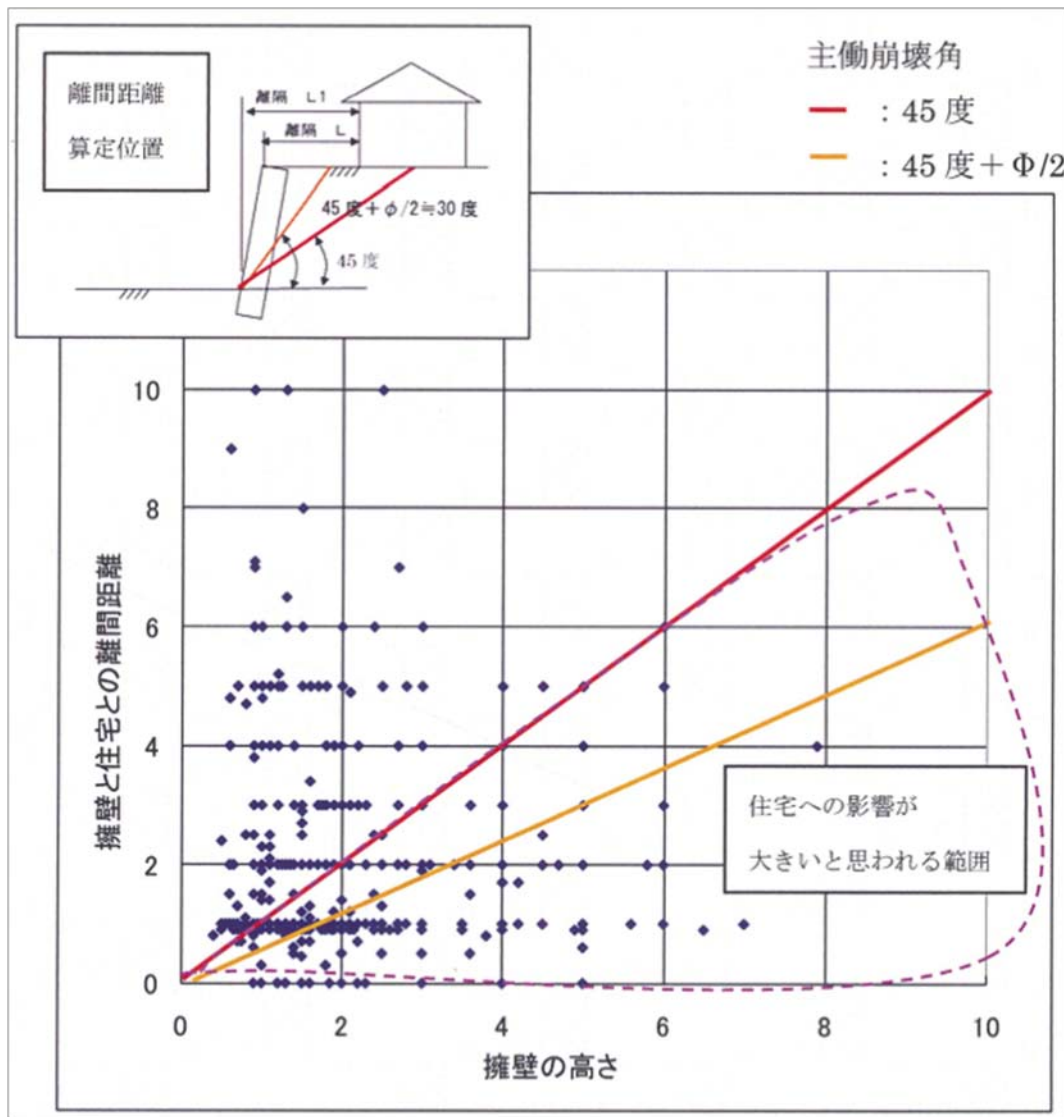
(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)

近年頻繁に用いられている回転圧入杭に関して、情報収集・分析するとともに、施工方法の違いが杭の水平挙動に与える影響について実験的に調べる。

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討 (新規)

近年、急速に普及している地盤補強工法における情報を収集・整理し、施工法・設計法・耐久性等の観点から問題点を把握する。さらに、数値解析・信頼性解析を実施して、地盤補強工法について安全上必要となる検討事項を提案する。

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)



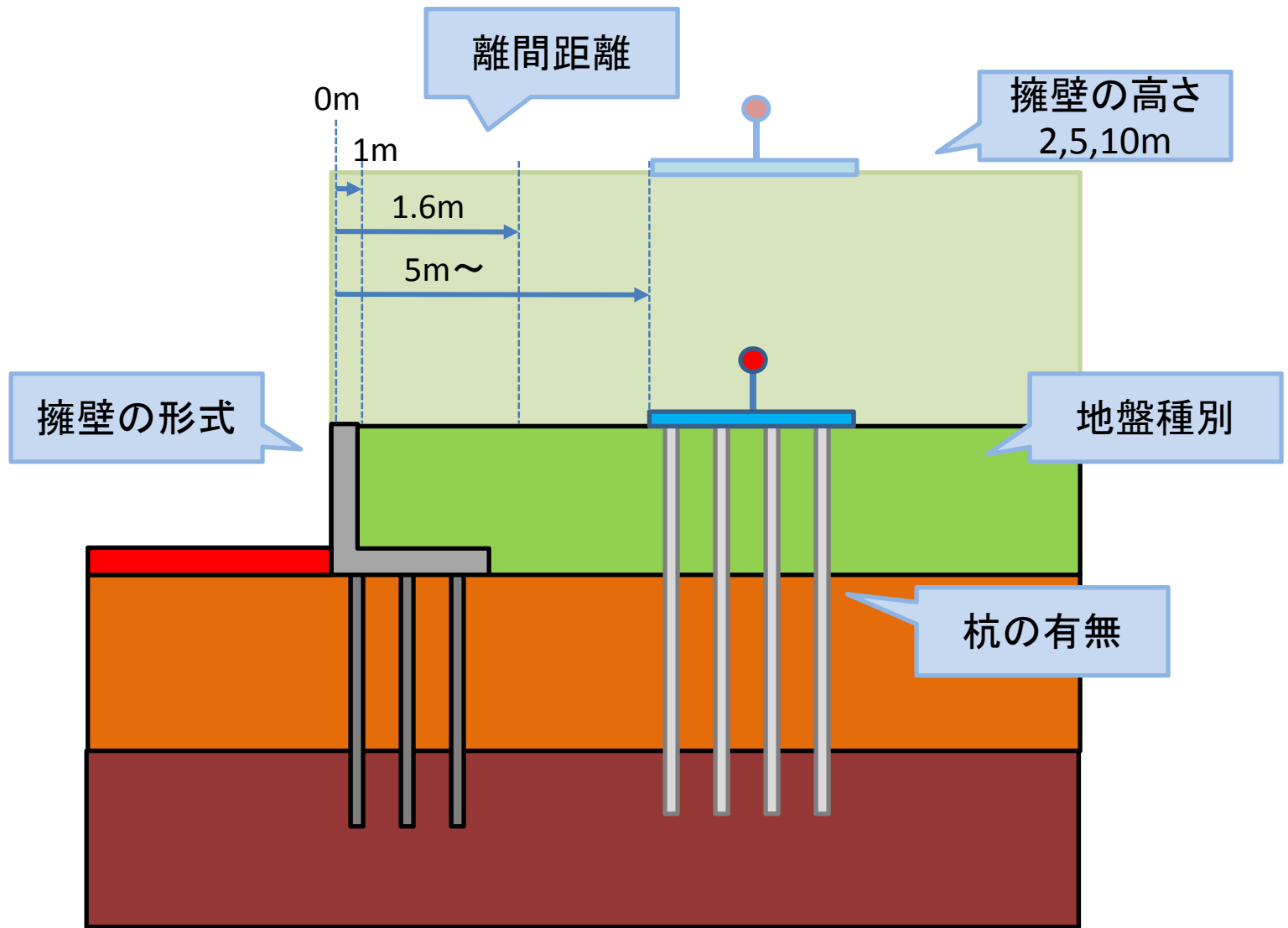
擁壁の高さと住宅との離間距離分布 (単位 : m)

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)



擁壁の変形による住宅への影響の程度は擁壁の形式や高さなど、様々な要因に依って異なる

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)



系統的なFEM解析(50数ケース)を実施することにより, それぞれの要因の影響程度を調べ, 対応策を検討する.

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

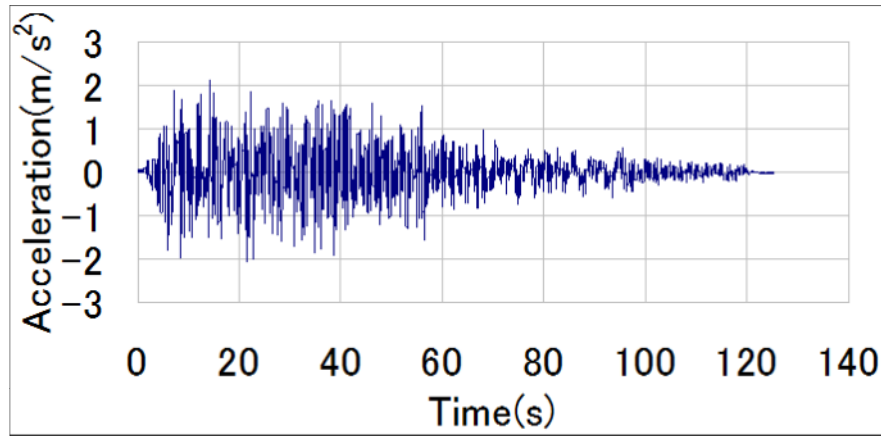


図2.12 入力地震動

告示波 (工学基盤面)

↓ 等価線形解析

入力波 (基礎地盤下面)

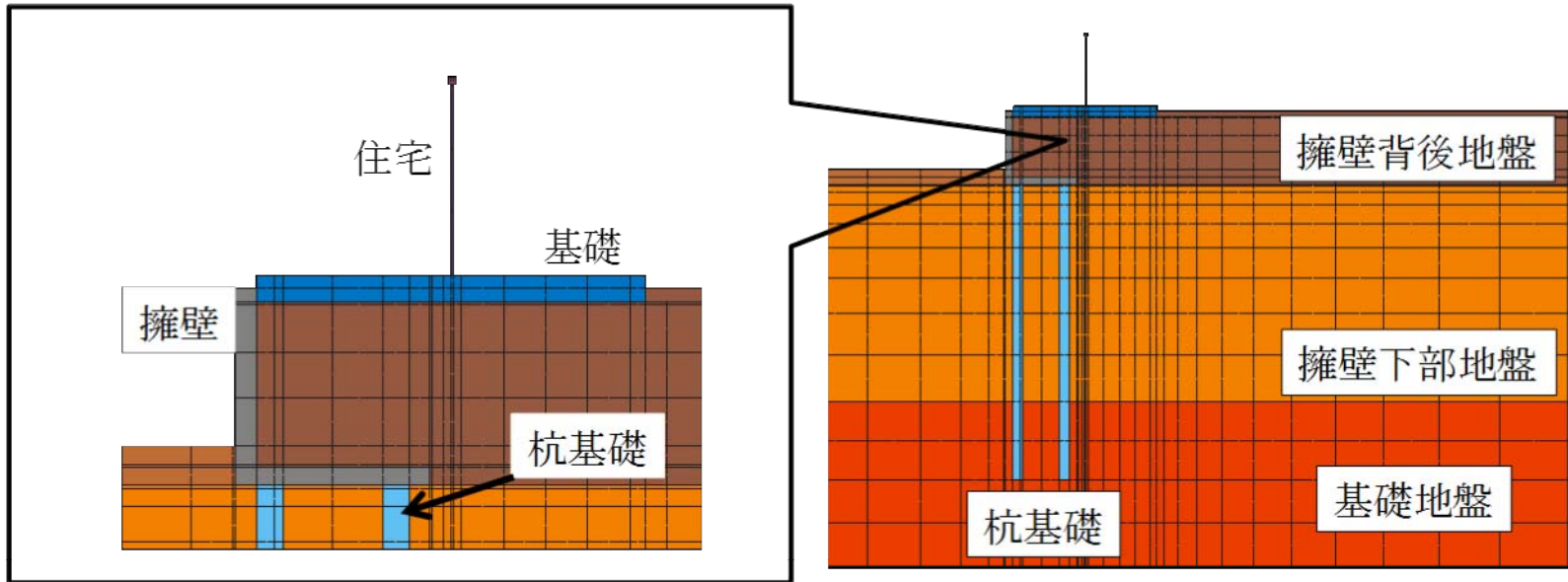


図2.9 擁壁に杭基礎を用いた場合の有限要素メッシュの一例

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

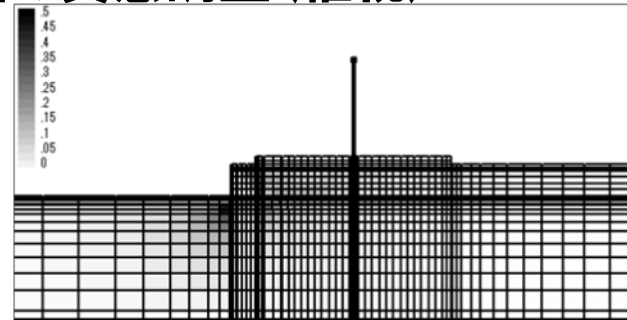
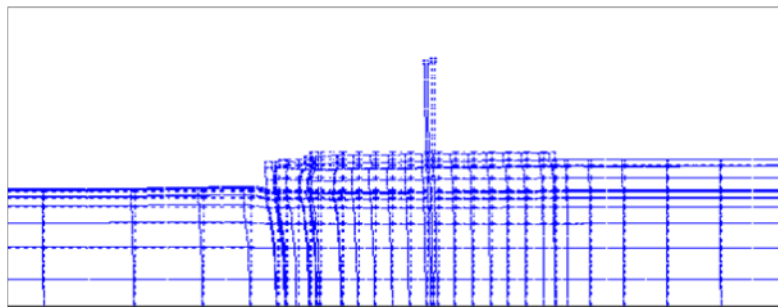


図4.3 解析結果 (離間距離1.0m)

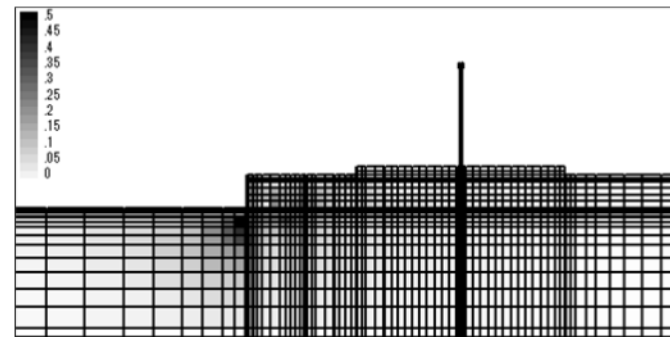
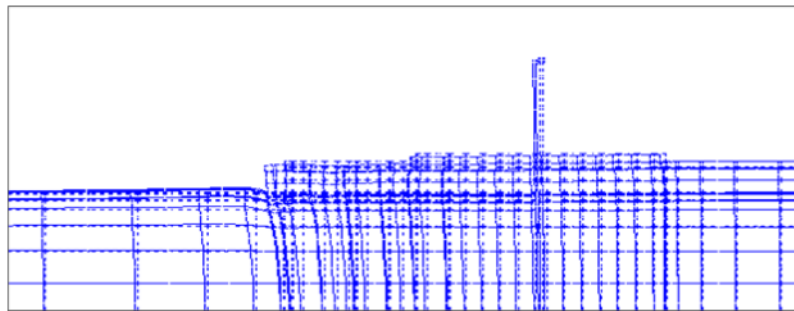
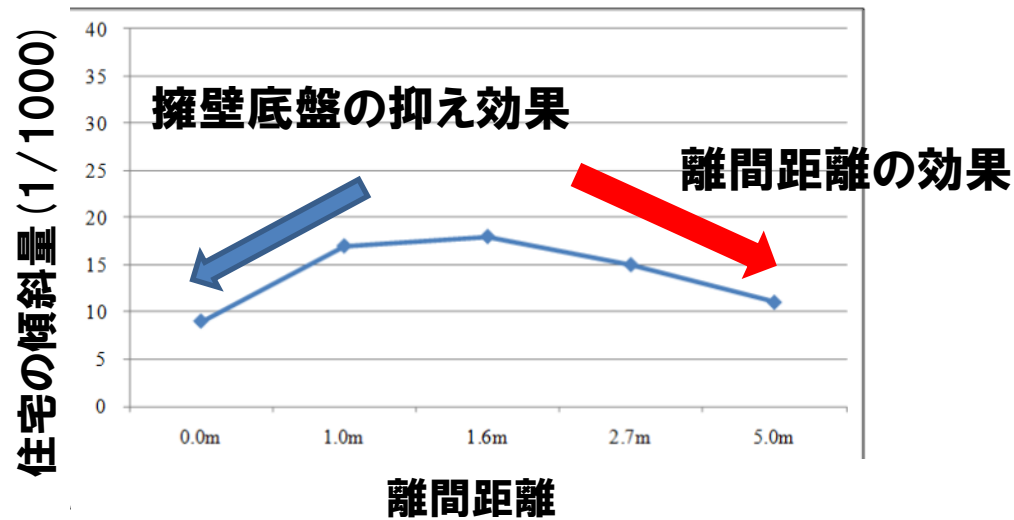


図4.6 解析結果 (離間距離5.0m)



(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

まとめ

災害等の事例調査により,

既存不適格擁壁 (玉石積み, 増積み) → 再構築or適切な対策の促進

老朽化擁壁 (構造劣化・排水機能低下) → 点検・維持管理の実施

高さ2m未満の擁壁 (変状により住宅被害) → 技術的知見の集積, 基準の整備

高さ5m以上の擁壁 (トラブル例多い) → 技術的知見の集積, 基準の整備



地震時擁壁の挙動と住宅の関係 (FEM解析)

条件: 擁壁高さ, 離間距離, 杭の有無 . . .

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

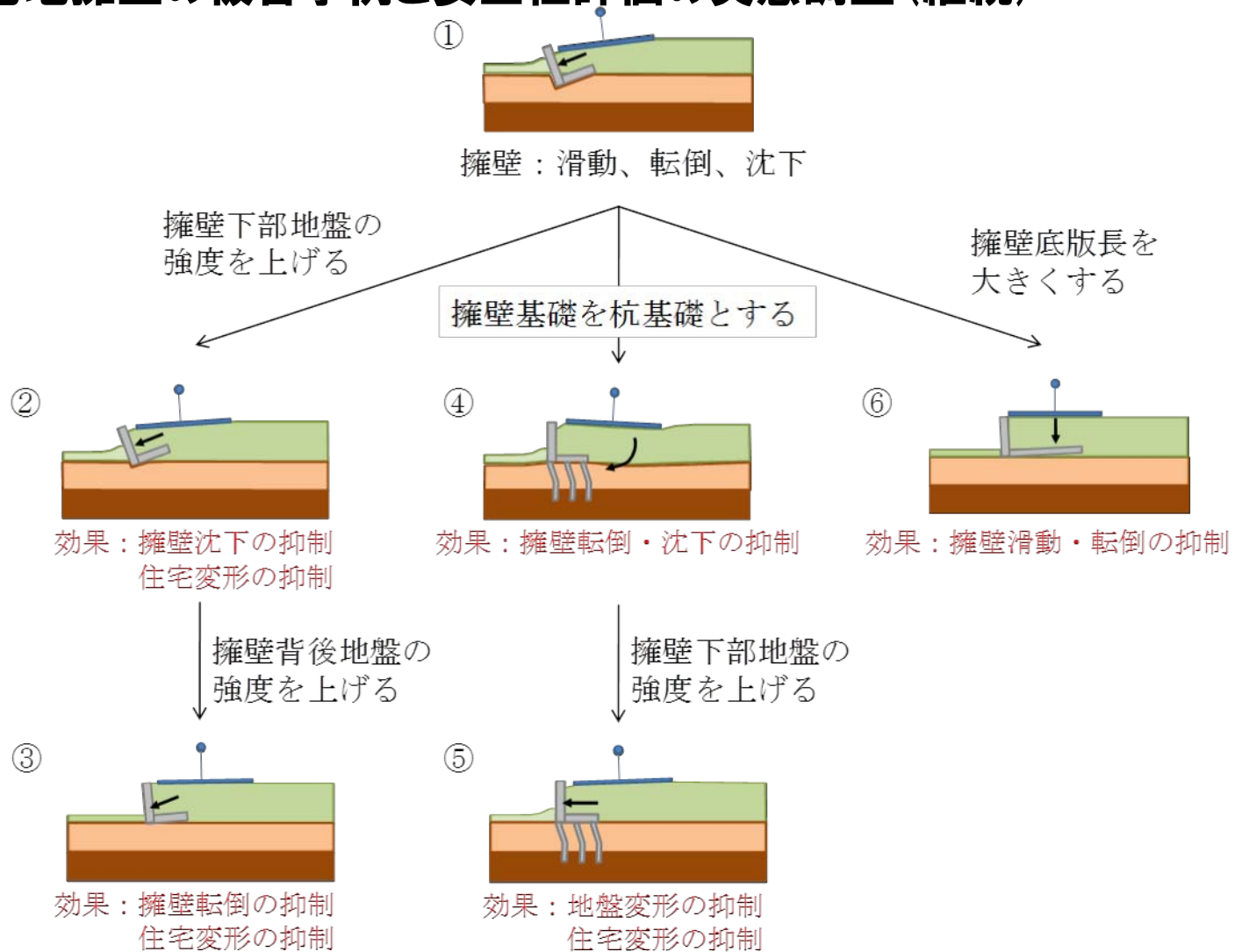


図5.1 結果のまとめ (擁壁側で対処した場合)

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

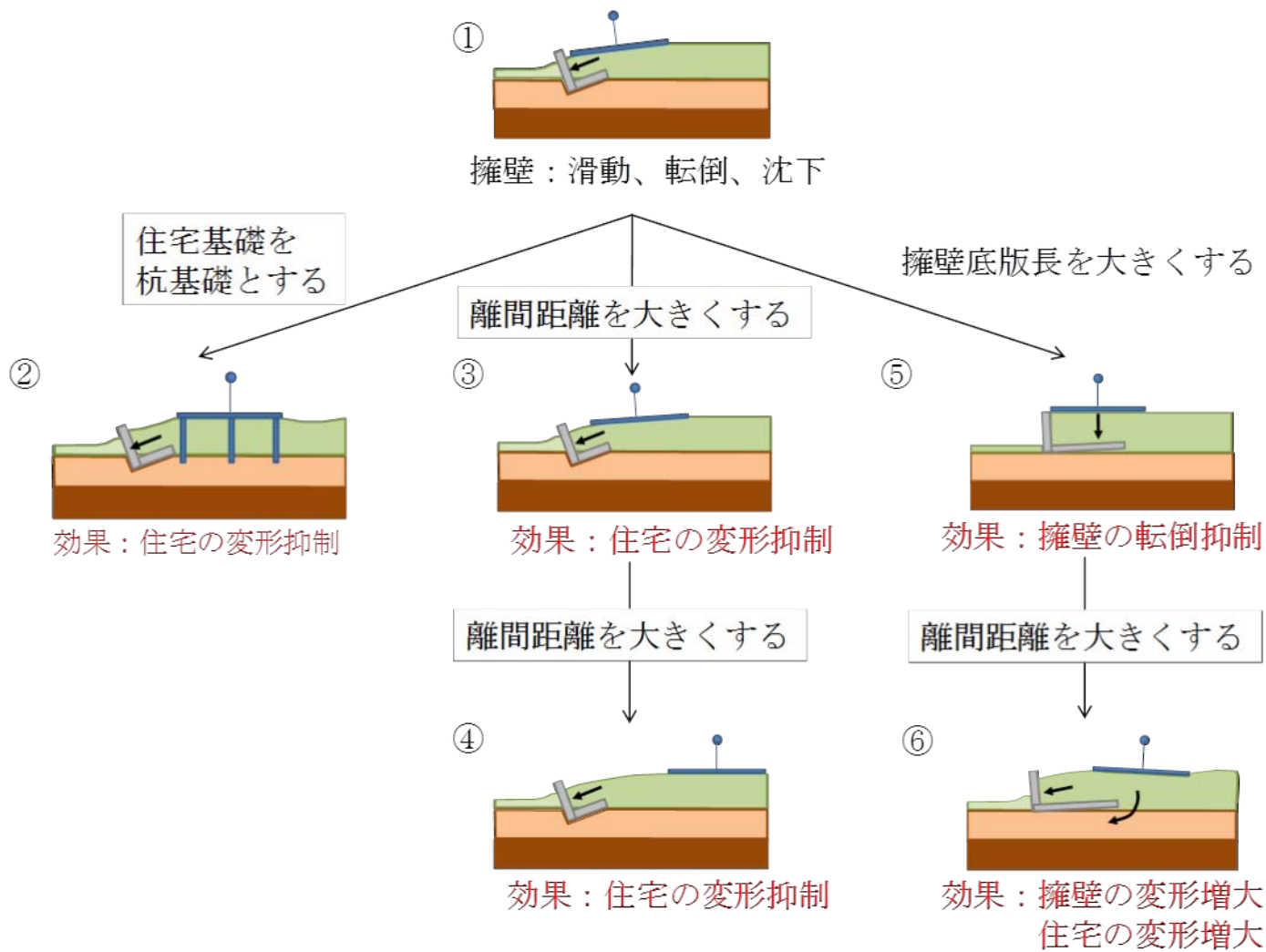


図5.2 結果のまとめ (住宅側で対処した場合)

(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)

様々なタイプの回転圧入杭



ジオテックHP



アイビービー HP



新日鐵HP



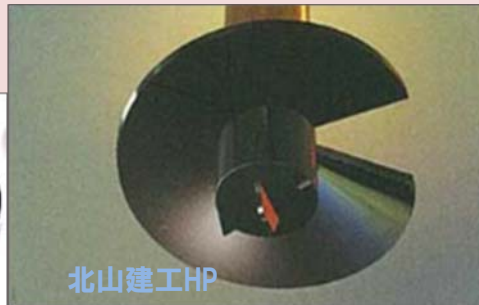
葦建基礎HP



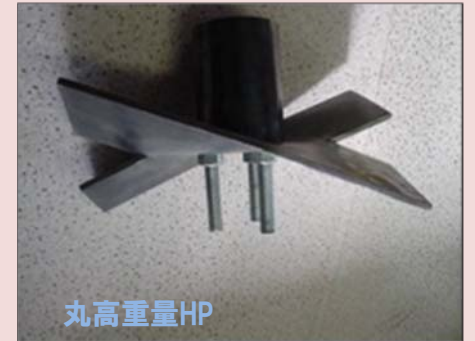
日本ブレードパイル協会



出雲建設HP



北山建工HP



丸高重量HP



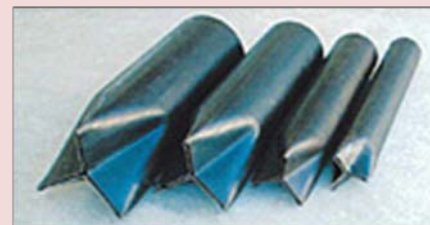
富士基礎コンサルタントHP



大和ハウス工業HP



兼松日産農林HP

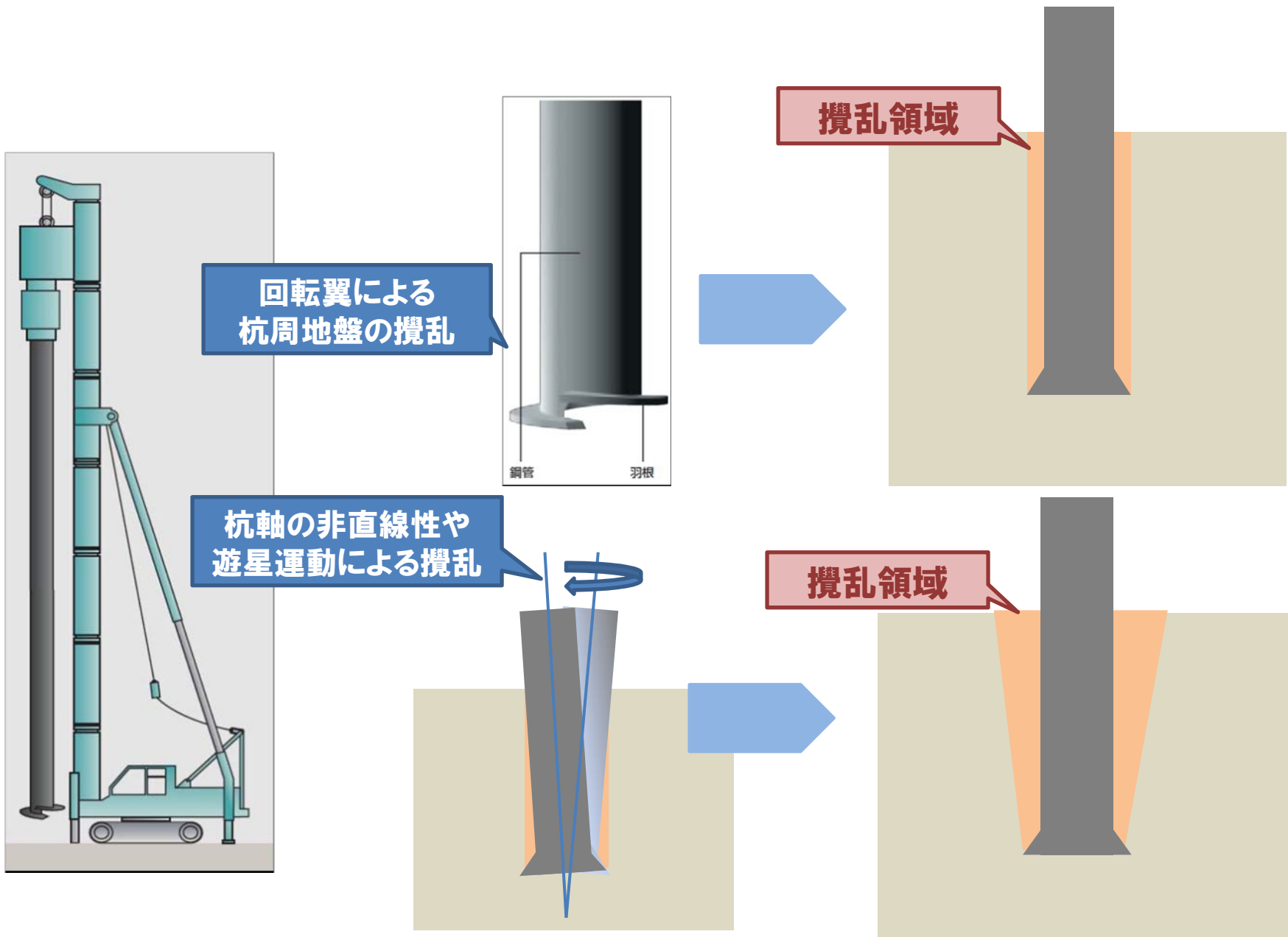


住友金属HP



ガチラ施工協会HP

(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)

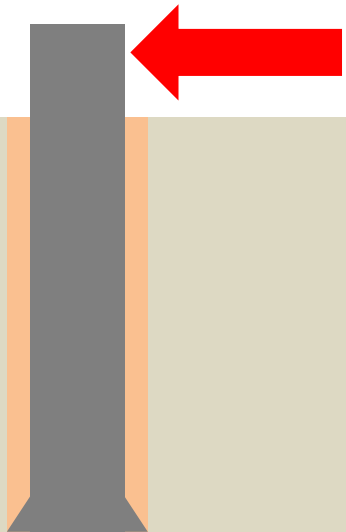


(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)

施工方法や精度

地盤種別
(洪積:つくば
沖積:美浦)

先端翼形状・開放閉塞



5種類の異なる杭に対する
水平載荷試験の実施

直杭+先端タイプ3種類+遊星
×2種類の地盤タイプ

回転圧入杭に対する一連の水平載荷試験によって、圧入形式や施工精度の違いが水平抵抗に与える影響を調べる。

(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)

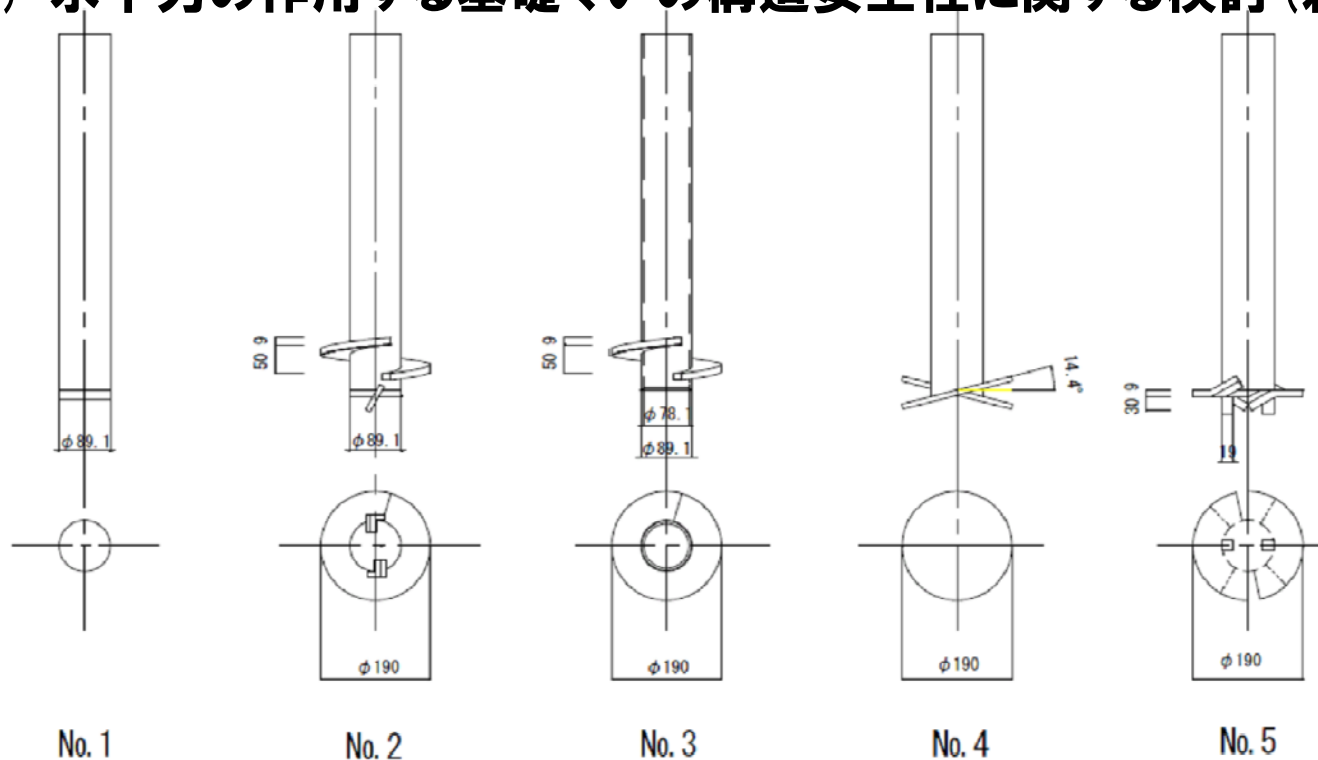
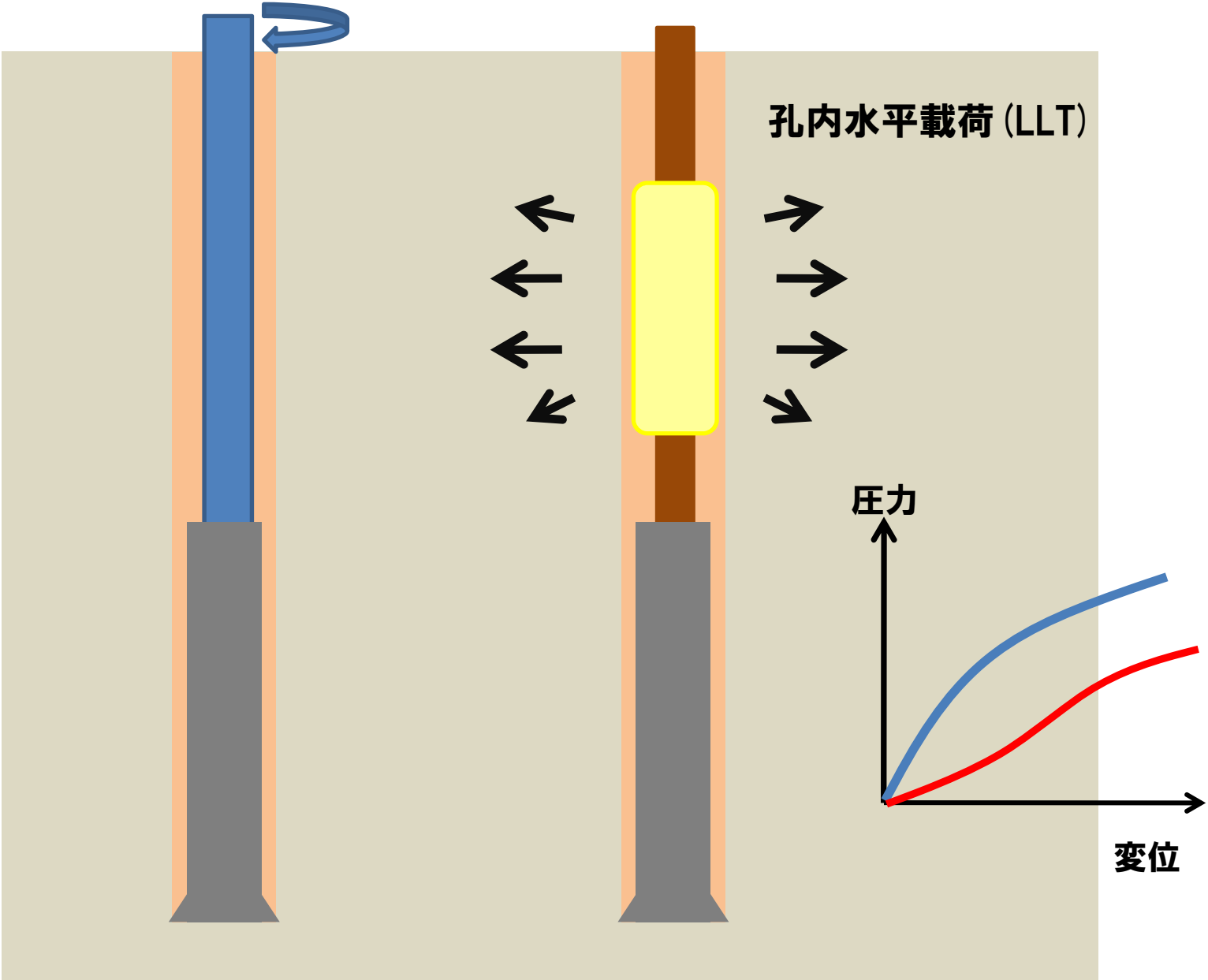


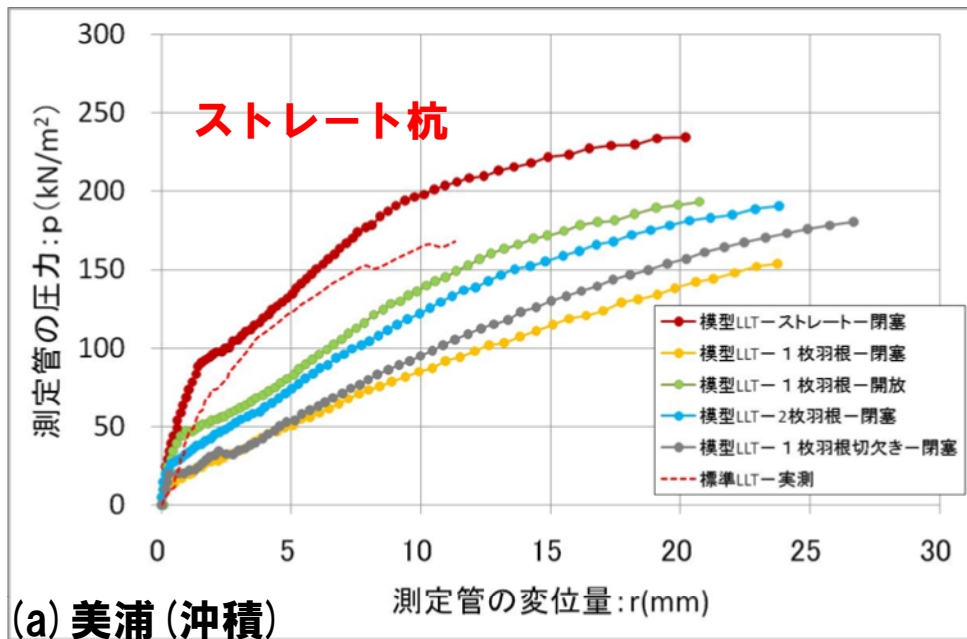
図-2.3.1 模型杭形状図

試験体 No.	杭軸部		先端羽根部		先端羽根形状	施工方法
	径(Do) (mm)	厚さ(t) (mm)	径(Dw) (mm)	厚さ(ts) (mm)		
No. 1	165.2	7.1	—	—	ストレート_閉塞	標準施工
No. 2	165.2	7.1	350.0	16.0	1枚羽根_閉塞	標準施工
No. 3	165.2	7.1	350.0	16.0	1枚羽根_開放	標準施工
No. 4	165.2	7.1	350.0	16.0	2枚羽根_閉塞	標準施工
No. 5	165.2	7.1	350.0	16.0	1枚羽根_閉塞	遊星施工

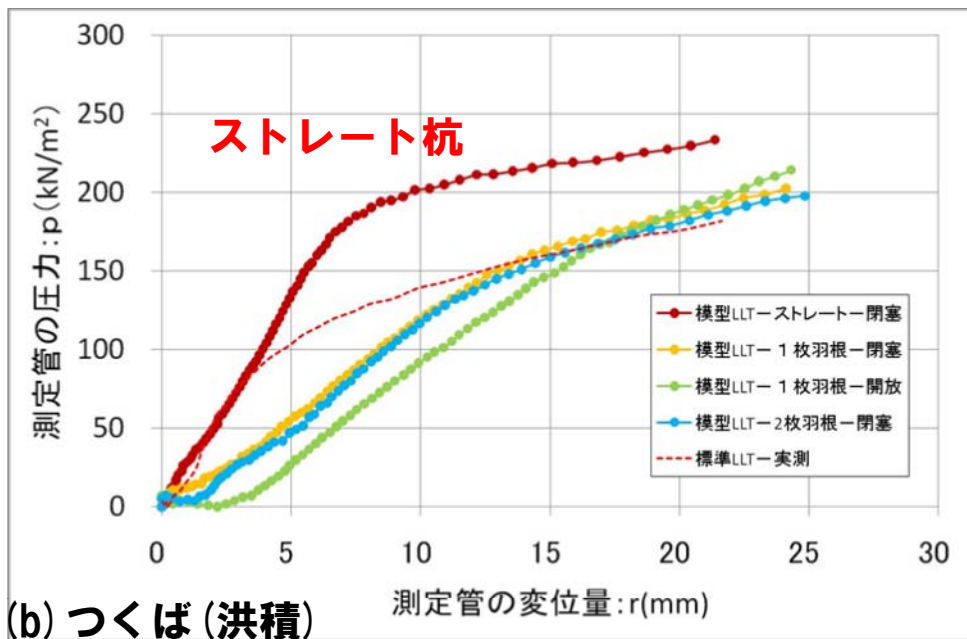
(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)



(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)



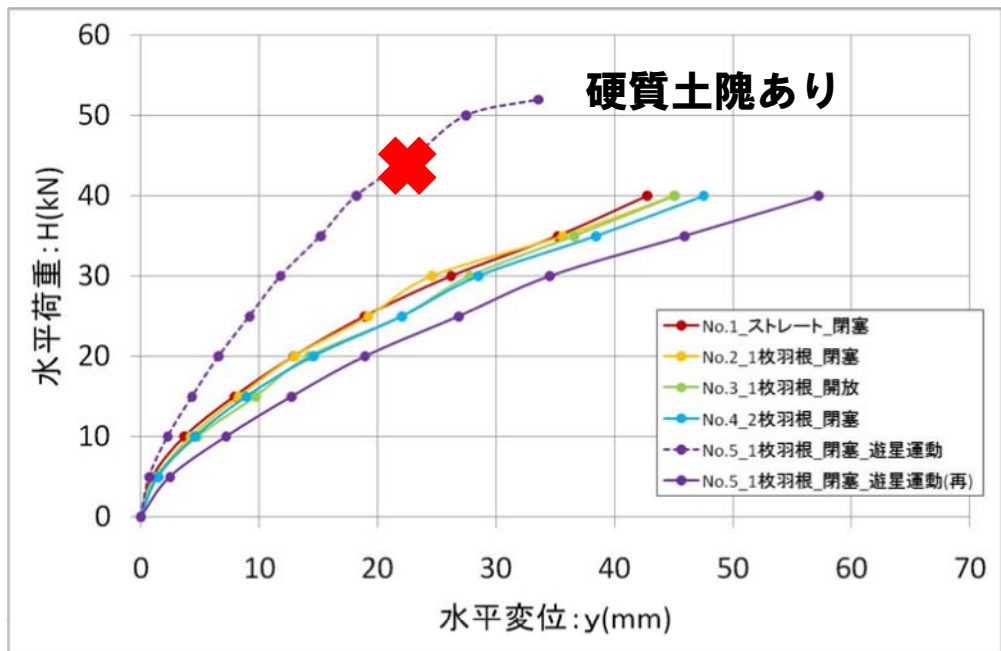
- ・ 回転圧入杭の結果はストレート杭のそれに比べて小さい。
- ・ 圧入杭タイプにより異なる。
- ・ 圧入されたストレート杭の結果は通常LLTのそれよりも幾分大きい。



- ・ 回転圧入杭の結果はストレート杭のそれよりもかなり小さい。
- ・ 圧入杭タイプの違い (閉塞or開放, 翼枚数) にあまり依らない。
- ・ 圧入されたストレート杭の結果は通常LLTよりもかなり大きい。

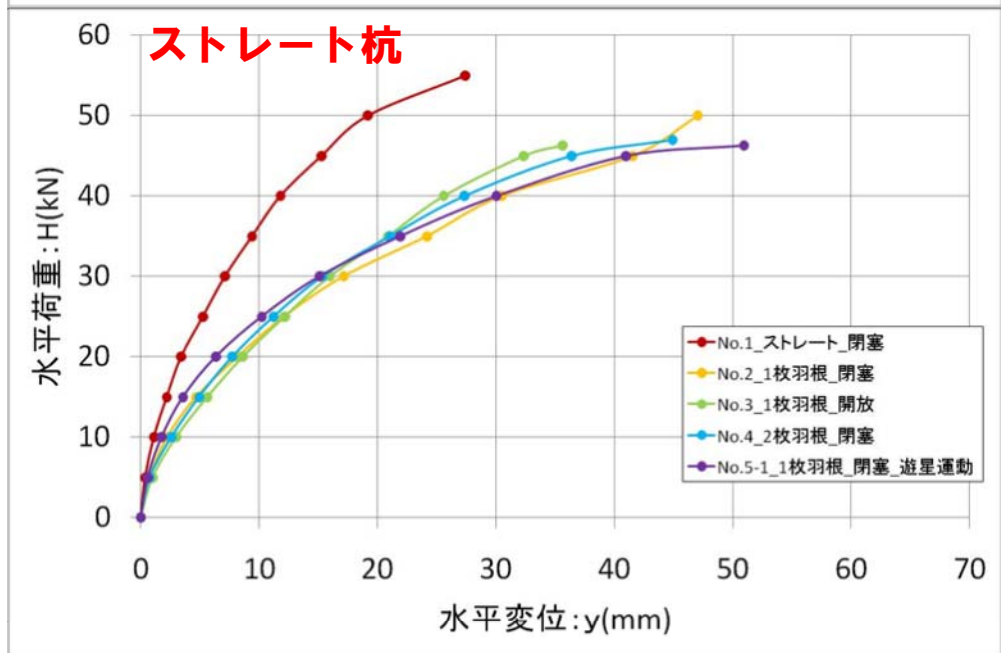
図5.2.4 孔内水平載荷試験 (LLT) 結果 測定間の圧力-変位置量関係

(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)



- ・回転圧入杭の水平荷重はストレート杭のそれとほぼ同等
- ・圧入杭タイプに依らない。
- ・遊星の結果は他に比べてわずかに小さい
- ・圧入直後のLLT結果と比較すると、SETUPによる強度回復が見られる。

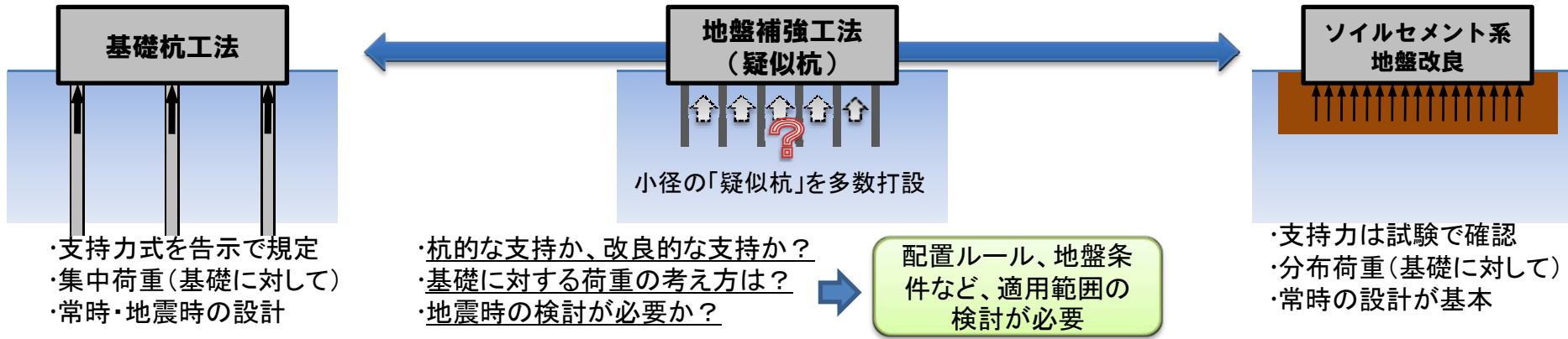
図5.1.1 杭の水平載荷試験結果
水平荷重－水平変位関係
(美浦：沖積粘性土)



- ・回転圧入杭の水平荷重はストレート杭のそれよりも小さい。
- ・圧入杭タイプに依らない。
- ・遊星の結果は圧入杭とほぼ同等
- ・LLT結果と比較すると、強度回復しきれていない。

図5.1.2 杭の水平載荷試験結果
水平荷重－水平変位関係
(つくば：洪積粘性土)

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討 (新規)



単管パイプ



地盤補強工法 さまざまな材料・設計(実態不明確)

木杭



砕石



再生プラ材



既存の地盤補強工法の情報収集・整理

安全性・耐久性・衛生上の観点からの分析

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討(新規)

地盤補強とは？

- ・ 地盤補強は、建築基準法令や告示など、法律上では定義されていない。
- ・ 設計法などの具体的な取り扱いには設計者判断

地盤補強工法について

- ①小規模建築物を対象とした、
- ②直接基礎の支持力確保の一策で、
- ③小口径杭による、
- ④基礎と接合しないもの
に対する特例的な扱いである。

日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」

その実態は??

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討 (新規)

70件の地盤補強工法
(関連杭工法を含む)

カタログ, ヒアリング等により調査

区分	工法種別	大取深さ	骨組形式	φ (mm)	長さ (m)	単位容積重 (kg/m ³)	その他特記事項	最大径程	施工	備考
1-1	バレル	小口掘削	大取深さ	250	0.7	0.15		φ257.4	有	
1-2	センター	大取深さ	センター	250	0.8	0.15		φ318.5	無	
1-3	バレル	小口掘削	大取深さ	150	0.0	0		φ190.7	有	
1-4	バレル	小口掘削	大取深さ	141	0.06	1		φ190.7	有	
1-5	センター	大取深さ	センター	250	0.08	1		φ190.7	有	
1-6	センター	大取深さ	センター	300	0	0	ベタ-リソング指定	φ353.8	有	
1-7	バレル	小口掘削		238	5.1	0		φ185.2	有	100,000
1-8	バレル	小口掘削		241	1.5	17	GRN/汚濁阻	φ185.3	有	500
1-9	バレル	小口掘削		115	0.5	0.8	GRN/汚濁阻	φ218.3	有	500
1-10	バレル	小口掘削		200	3.2	7.4	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	500
1-11	バレル	小口掘削		130	1.8	3	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	500
1-12	バレル	小口掘削		100	2.7	8.5	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	500
1-13	センター	大取深さ	センター	130	1.1	0.14	GRN/汚濁阻	φ185.2	有	500
1-14	センター	小口掘削		200	0	0	GRN/汚濁阻	φ101.6	有	13.2
1-15	センター	小口掘削		250	0	0	GRN/汚濁阻	φ185.2	有	465
1-16	センター	大取深さ	センター	250	19	19		φ287.4	有	689
1-17	センター	小口掘削		270	0	0	GRN/汚濁阻	φ185.2	有	400
1-18	センター	小口掘削		270	0	0	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	850
1-19	センター	小口掘削		320	0.85	0.23		φ257.2	有	850
1-20	センター	小口掘削		320	0.57	3.9	GRN/汚濁阻	φ190.7	有	500
1-21	センター	大取深さ	センター	270	0.7	0.9		φ287.4	有	850
1-22	センター	小口掘削		270	3	0.5		φ185.2	有	400
1-23	センター	小口掘削		135	0	0	GRN/汚濁阻	φ185.2	有	400
1-24	センター	大取深さ	センター	380	8.8	0.87		φ185.2	有	400
1-25	センター	小口掘削		245	0	0	GRN/汚濁阻	φ185.2	有	400
1-26	センター	大取深さ	センター	158	0	0		φ185.2	有	400
1-27	センター	小口掘削		245	0	0		φ185.2	有	400
1-28	センター	大取深さ	センター	280	0.73	0.2		φ190.7	有	460
1-29	センター	小口掘削		280	1.2	1.4	GRN/汚濁阻	φ190.7	有	460
1-30	センター	小口掘削		200	3	5.9	GRN/汚濁阻	φ218.3	有	500
1-31	センター	小口掘削		115	0	0	GRN/汚濁阻	φ218.3	有	500
1-32	センター	小口掘削		30	0	0		φ218.3	有	500
1-33	センター	小口掘削		30	0	0		φ218.3	有	500
1-34	センター	小口掘削		140	2	3.8	GRN/汚濁阻	φ190.7	有	572
1-35	センター	大取深さ	センター	140	2	0.3		φ287.4	有	860
1-36	センター	大取深さ	センター	300	2	0.3	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	600
1-37	センター	小口掘削		200	3.2	7.4	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	600
1-38	センター	小口掘削		130	1.8	3	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	800
1-39	センター	小口掘削		100	2.7	8.5	GRN/汚濁阻	φ287.4	有	800
1-40	センター	大取深さ	センター	253	0	0		φ287.4	有	800
1-41	センター	小口掘削		225	2.2	2.9	GRN/汚濁阻	φ180	有	500
1-42	センター	大取深さ	センター	300	3.3	0.5		φ250	有	18
1-43	センター	大取深さ	センター	300	3.3	0.5		φ250	有	18
1-44	センター	小口掘削		300	3.3	0.5		φ250	有	18
1-45	センター	小口掘削		310	3.3	0.5		φ250	有	18
1-46	センター	大取深さ	センター	310	3.8	5.7		φ200	有	17
1-47	センター	小口掘削		310	3.8	5.7		φ200	有	17
1-48	センター	小口掘削		300	3.8	5.7		φ200	有	17
1-49	センター	小口掘削					GRN/汚濁阻	φ250	有	
1-50	センター	小口掘削					GRN/汚濁阻	φ190	有	
1-51	センター	小口掘削					GRN/汚濁阻	φ48	有	
1-52	センター	大取深さ	センター	170	1	0.18	GRN/汚濁阻	φ139.8	有	
1-53	センター	小口掘削		0	8.5	0	GRN/汚濁阻	φ190.7	有	
2-1	センター	2.地盤改良					ベタ-リソング指定	φ130	有	
2-2	センター	2.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ200	有	
2-3	センター	2.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ250	有	
2-4	センター	2.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ400	有	
2-5	センター	2.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ420	有	
3-1	センター	3.杭工法	大取深さ	250	0	0		φ700	有	
3-2	センター	3.杭工法	大取深さ	150	13.8	13.8	GRN/汚濁阻	φ114.3	有	
3-3	センター	3.杭工法	大取深さ	150	8.2	0	GRN/汚濁阻	φ190	有	
4-1	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ1000	有	
4-2	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ800	有	
4-3	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ1800	有	
4-4	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ800	有	
4-5	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ800	有	
4-6	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ800	有	
4-7	センター	4.部材	75	0	0		GRN/汚濁阻	φ1000	有	
4-8	センター	4.部材					GRN/汚濁阻	φ1000	有	
5-1	センター	5.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ1000	有	
5-2	センター	5.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ1000	有	
5-3	センター	5.地盤改良					GRN/汚濁阻	φ1000	有	

内容, 寸法, 概要, 材質, 適用範囲, 設計法, 調査法など

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討(新規)

杭系(53例), 地盤改良杭or地盤改良系(17例)

鉛直支持力機構上, 基礎杭工法と同一である

No

砕石杭工法(固化体でなく, 周辺地盤の改良効果が大)

Yes

法令等による規制上, 基礎杭と見なせる

No

Φ318mm未満の小口径鋼管杭を利用するもの

肉厚6mm未満の薄肉鋼管を利用するもの

SWS試験から支持力算定するもの

常水面以浅での木杭や構造材料以外を利用するもの

Yes

耐久性や構造等において, 問題がない

No

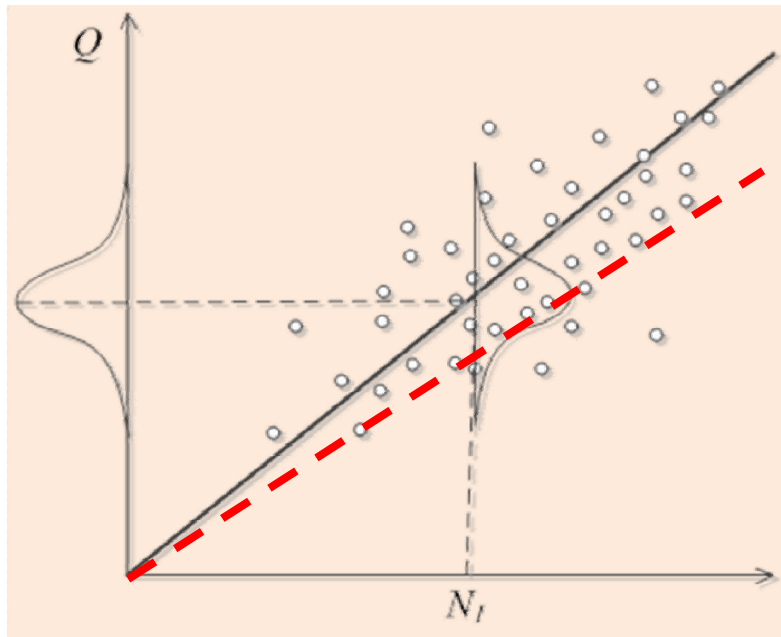
支持力を分担する部材(回転翼)に冷間加工やボルト結合が用いられているもの

腐食しろが十分でないもの

深度や規模など, 適用範囲が不明確なもの

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討 (新規)

SWS試験から支持力算定する場合の検討

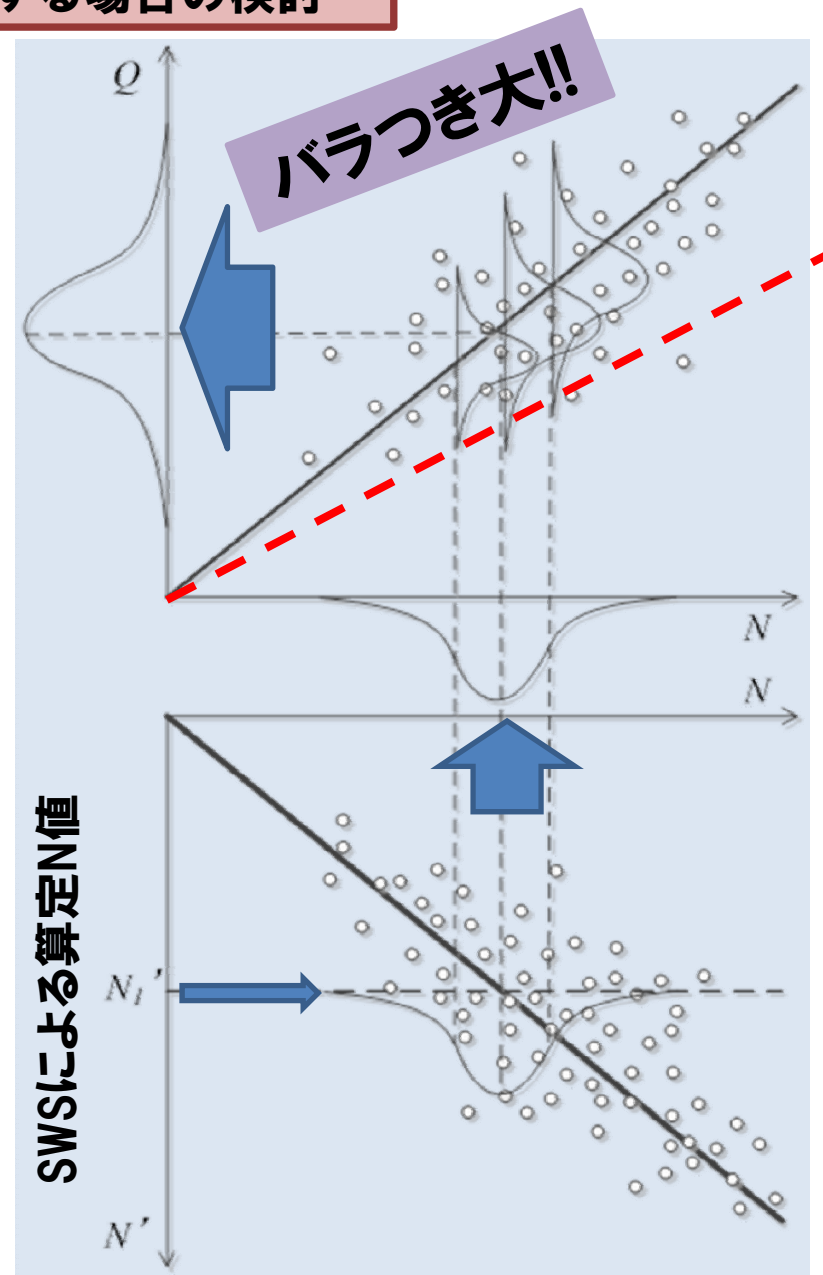


基礎杭の設計

N値から杭の支持力を設計する！

地盤補強の設計

SWS試験結果からN値を予測して、さらに杭の支持力を設計!!
→2段階推定法



(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討(新規)

SWSからのN値推定と
N値からの杭支持力推定が独立と仮定

	μ	σ	棄却率10% 時のQ/N
N値による推定法	200	20	174
2段階推定法	193	94.5	72

同等の安全性を担保するためには、支持力
係数の割引が必要では??

まとめ

(イ) 宅地擁壁の被害事例と安全性評価の実態調査 (継続)

擁壁の規模や形式が地震時に住宅や敷地に与える影響を系統的なFEM解析の実施により調べ、対応策を検討する。



- ・擁壁規模や形式の影響を定量的に評価
- ・住宅側、擁壁側の対処方法を提案
- ・擁壁と住宅の地震時相互作用を評価する基本モデルを提案

(ロ) 水平力の作用する基礎ぐいの構造安全性に関する検討 (新規)

近年頻繁に用いられている回転圧入杭に関して、情報収集・分析するとともに、施工方法の違いが杭の水平拳動に与える影響について実験的に調べる。



- ・回転圧入杭の情報収集・現状分析・分類分けを実施
- ・圧入直後の水平地盤反力の低下を計測
- ・水平地盤反力のSETUPを確認するものの、地盤種類によって回復率が異なる!!

(ハ) 地盤改良、地盤補強についての検討 (新規)

地盤補強工法に関する情報を収集・整理し、施工法・設計法・耐久性等の観点から問題点を把握し、信頼性解析等を実施して、安全上必要となる検討事項等を提案



- ・地盤補強工法に関する情報収集を実施
- ・現状分析から内在する問題点を把握
- ・地盤調査に関する信頼性解析を実施し、検討事項を確認