

機械式掘削機器を使用した拡底部を有する 場所打ちコンクリート杭工法の技術開発 (引抜き抵抗機構の解明と設計式の技術評定取得)

A_p : 軸部断面積

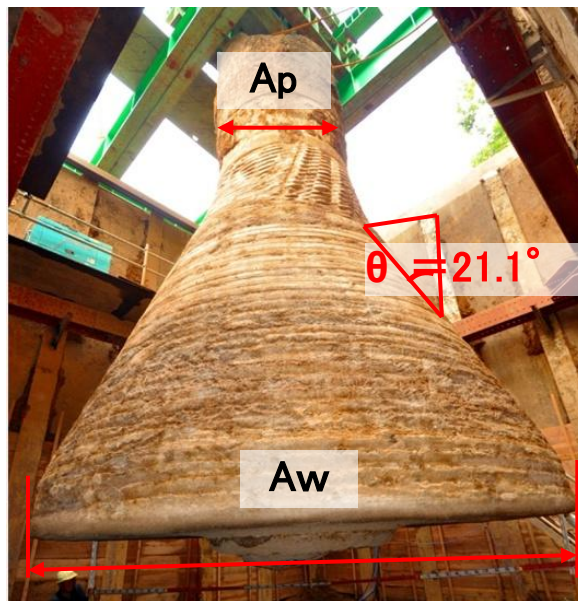
A_w : 有効底面積

拡底率 = $A_w/A_p = 7.29$

最大傾斜角 $\theta = 21.1^\circ$

最大拡底径 $D_w = 5.5\text{m}$

システム計測株式会社
TM技術士事務所



拡底径 (D_w) = 5.5m

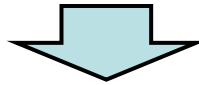


【技術開発の内容】 1. 背景・目的

★背景

- ・地震時(津波を含む), 高地下水位の場合, 建物に発生する**引抜き力**が問題
- ・敷地の制約から塔状比の高い建物が多く建設され, 地震時に大きな**引抜き力**が発生

対策案



建築物の耐震・安全性の向上に, **杭に引抜き抵抗力を発揮させることが重要**

課題

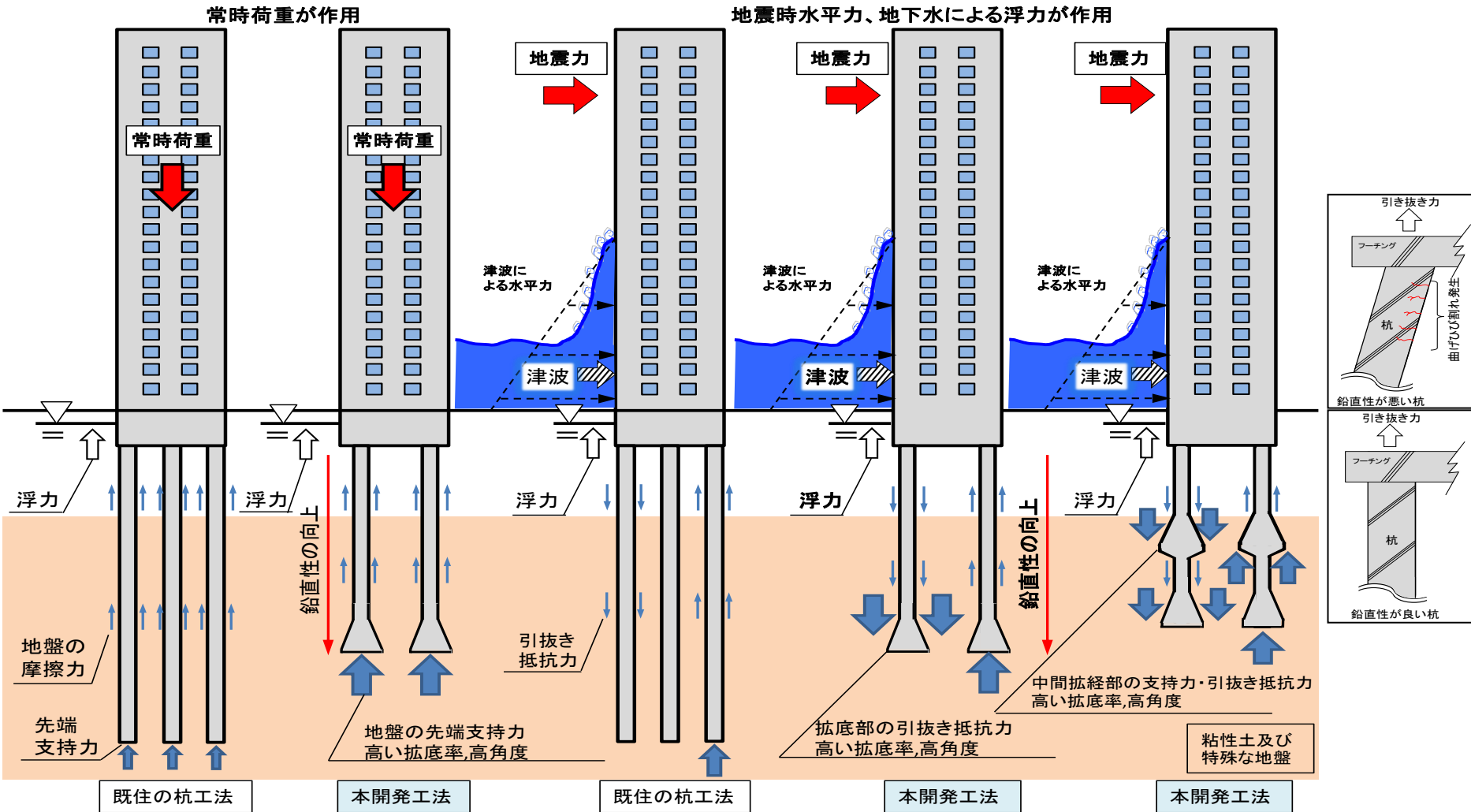


従来の施工機器は、構造が複雑なため、故障する可能性が高く、トルク効率、鉛直掘削精度等の課題が見られる。特に、杭の鉛直性が確保されないと、引き抜き時に曲げ応力が発生し、十分な引き抜き耐力が発揮できない。曲げ応力が発生すると、コンクリート部分にひび割れが入る

★目的

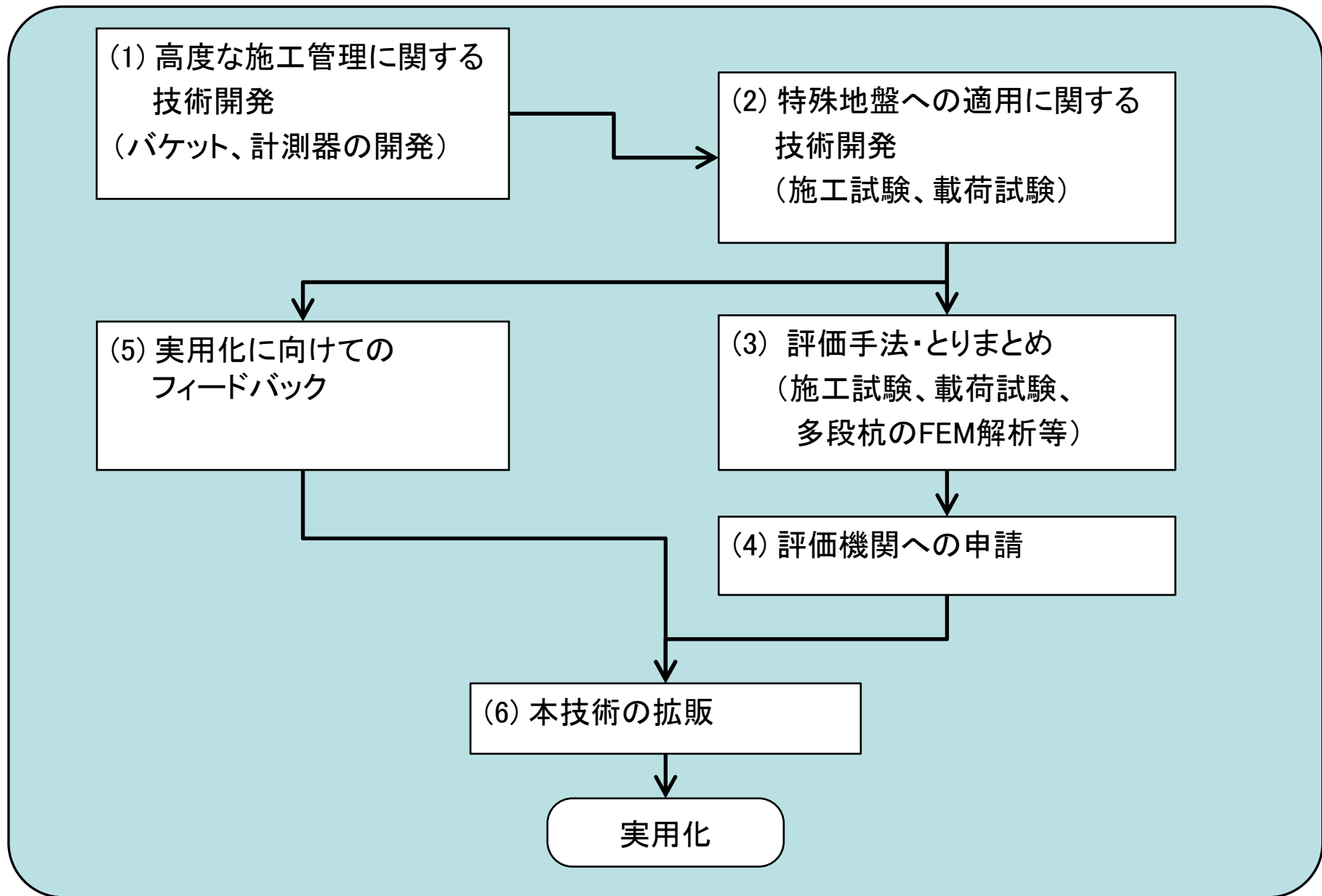
本技術開発では 独自の施工管理システムおよび油圧を用いない単純な**機械機能**を用いることで、**回転トルクの効率が上げることができ**、**施工性が良く**、あらゆる地盤で高品質な杭を施工する工法の実用化を目的とする。また、**鉛直性が高く**、従来より高い**拡底率(有効底面積/軸部断面積)**及び**高角度で**、**拡底部・中間拡径部**を設けることで、**支持力及び引抜き抵抗力を増大し**、**省資源化、発生残土の抑制、低コスト化**とともに建築物の耐震性の向上を可能にする場所打ちコンクリート杭工法の実用化を目的とする。

【技術開発の内容】 2. 技術開発の概要



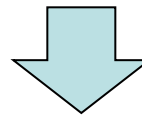
従来の杭と比較して、小さい径・短い杭長・少ない本数で鉛直支持力を得るだけでなく、高い引抜き抵抗力を確保し、引き抜き時の曲げ応力にも対応した。省資源化・産廃残土の抑制・低コスト化・工期短縮とともに建築物の耐震・安全性を向上する。

【技術開発の内容】 3. 技術開発・実用化のプロセス



【審査基準に関する事項】 1. 技術開発の必要性, 緊急性

- ・地震時(津波を含む), 建築物のペンシル化, 地下水の上昇等に伴う基礎の引抜きへの対応
- ・高拡底率(7.29倍), 急傾斜角(21.1°), 大口径(5.5m)拡底杭を開発済み
 - ・鉛直支持力への対応⇒拡底杭の形状・寸法・コンクリート強度(BCJ評定-FD0307-02)
 - ・水平力への対応⇒杭頭鋼管巻き場所打ち杭(GBRC性能証明10-25, BCJ評定-FD0444-01)



独自の施工管理システムの開発

- ・あらゆる地盤で高品質な杭を施工する工法の実用化
- ・鉛直性が高く、従来より高い拡底率(有効底面積/軸部断面積)及び高角度で、拡底部・中間拡径部(多段拡径杭)を設けること
- ・引抜き力への対応⇒公的機関での技術評定取得
- ・建築物の耐震安全性の向上, 省資源化, 産廃残土の抑制, 低コスト化, 工期短縮, 高品質(高い鉛直性・安定液の管理), 特殊地盤用バケットの開発

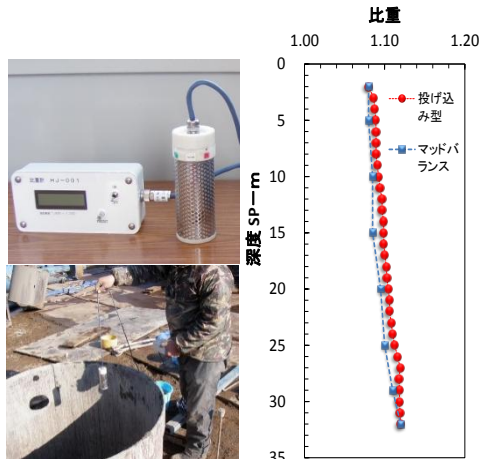
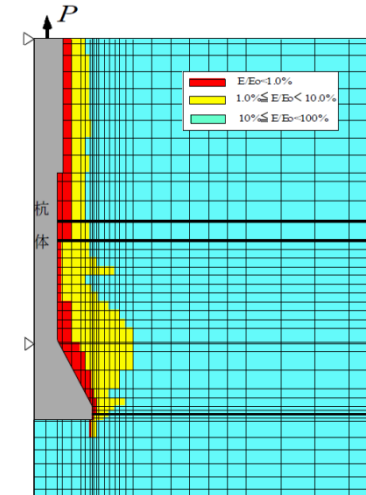
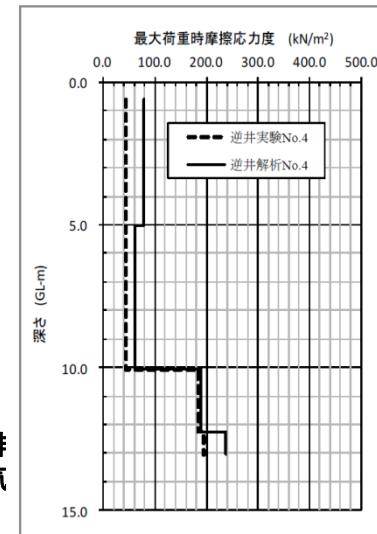
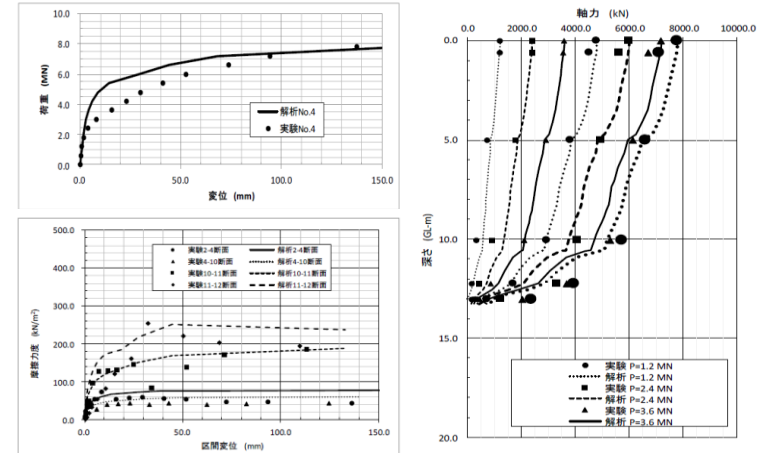
【審査基準に関する事項】 2. 技術開発の先導性(昨年度の実績)



I	拡底部サイズの の違い	3本	合計 21 試験体
	拡底部根入れ の違い	3本	
II	拡底傾斜角 の違い	3本	
III	N値10 締固め地盤	拡底率,傾斜角 の違い 4本	
	N値3 緩い地盤	拡底率,傾斜角 の違い 4本	
	N値30 締固め+上載荷重地盤	拡底率,傾斜角 の違い 4本	

① 拡底杭(模型杭)の土層実験

拡底杭の引抜き抵抗問題
三角形アイソパラメトリック要素を用いた軸対称非線形有限要素法



② 投込み型比重計開発

③ エアリフト式偏心ポンプ開発

④ FEM解析ソフトの開発

【審査基準に関する事項】 2. 技術開発の先導性(昨年度の実績)

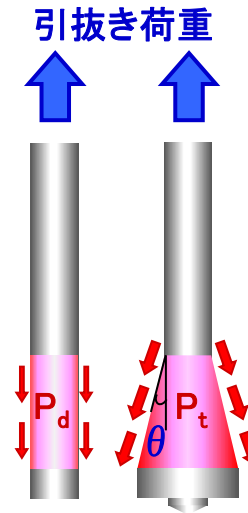


① 載荷試験杭施工

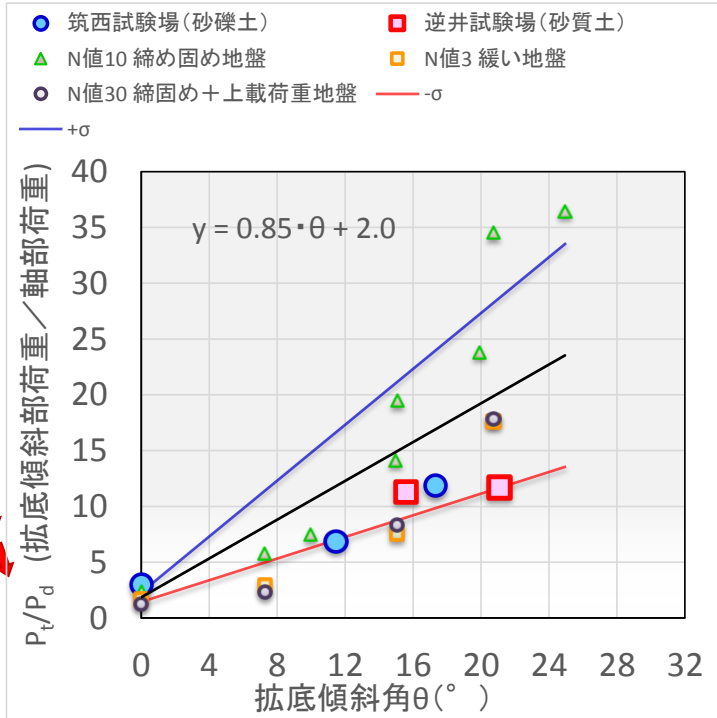


② 引抜き試験状況

No.	軸部径 (m)	拡底径 (m)	拡底 傾斜角 θ (°)	杭先端 深度 (m)	傾斜部 地盤	最大 荷重 (kN)	P_t (実験) (kN)	P_d (告示) (kN)	P_t/P_d
1	0.7	0.7	—	12.0	砂礫	2,200	623	210	2.97
2	0.7	1.35	11.5	12.0	砂礫	3,000	1,326	193	6.87
3	0.7	1.7	17.4	12.0	砂礫	3,900	2,309	195	4.84
4	1.0	2.3	15.6	13.4	細砂 + シルト	7,500	3,987	353	11.29
5	1.0	2.1	13.3	12.2	シルト	6,660	12,892	2,254	5.72
6	1.0	2.8	21.1	21.0	細砂	20,500	4,539	390	11.65
7	0.7	1.4	12.3	8.3	シルト	1,900	1,064	249	4.27



③ 試験結果



★豊富な技術開発実績と高い実用化度

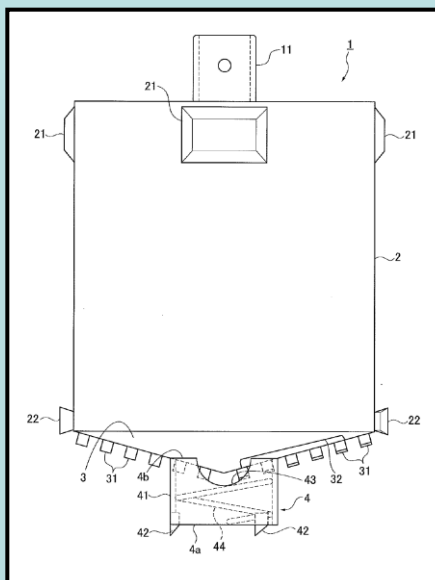
[システム計測(株)]

- ・杭の載荷試験実績(25年間, 塔状比 約10の建築物等の実績)
- ・2008年に拡底率5倍, 傾斜角17.8°, 最大拡底径4.7mの拡底杭
- ・2012年に拡底率7.29倍, 傾斜角21.3°, 最大拡底径5.5mの拡底杭
- ・2011耐震鋼管場所打ちコンクリート杭
- ・3工法の豊富な施工実績(5年間で950物件, 昨年が350件)
- ・関連技術の性能証明, NETIS登録

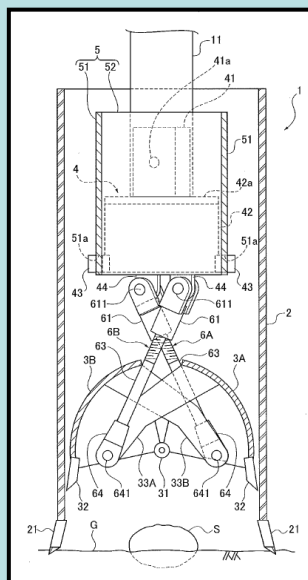
[TM技術士事務所]

- ・OMR工法(拡底杭)BCJ-F178・BCJ-F358) 評定取得
- ・OMR工法による場所打ちコンクリート拡底杭の引抜き拡底杭 (BCJ評定-F724) 取得
- ・VSL-J1永久アンカー工法(BCJ技術指導・BCJ-F591) 評定取得
- ・他, 多くの基礎に関する技術開発の実績

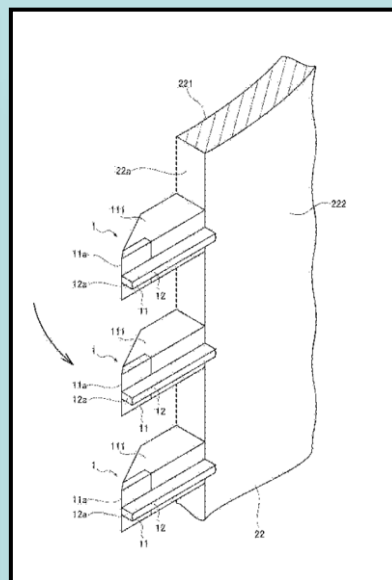
今回のテーマに対する技術的な裏付け



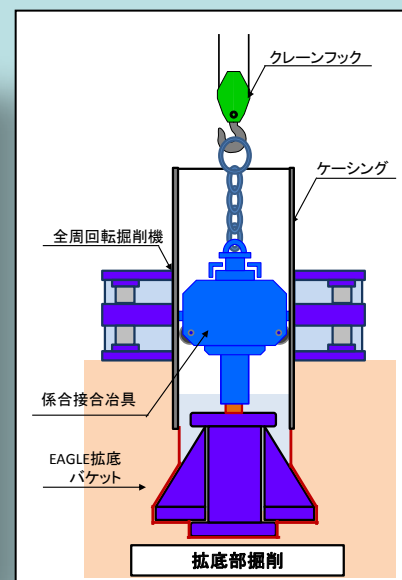
鉛直性向上を加味した
軸掘削バケットの開発



アースドリル機による
硬質地盤掘削機



掘削歯の開発



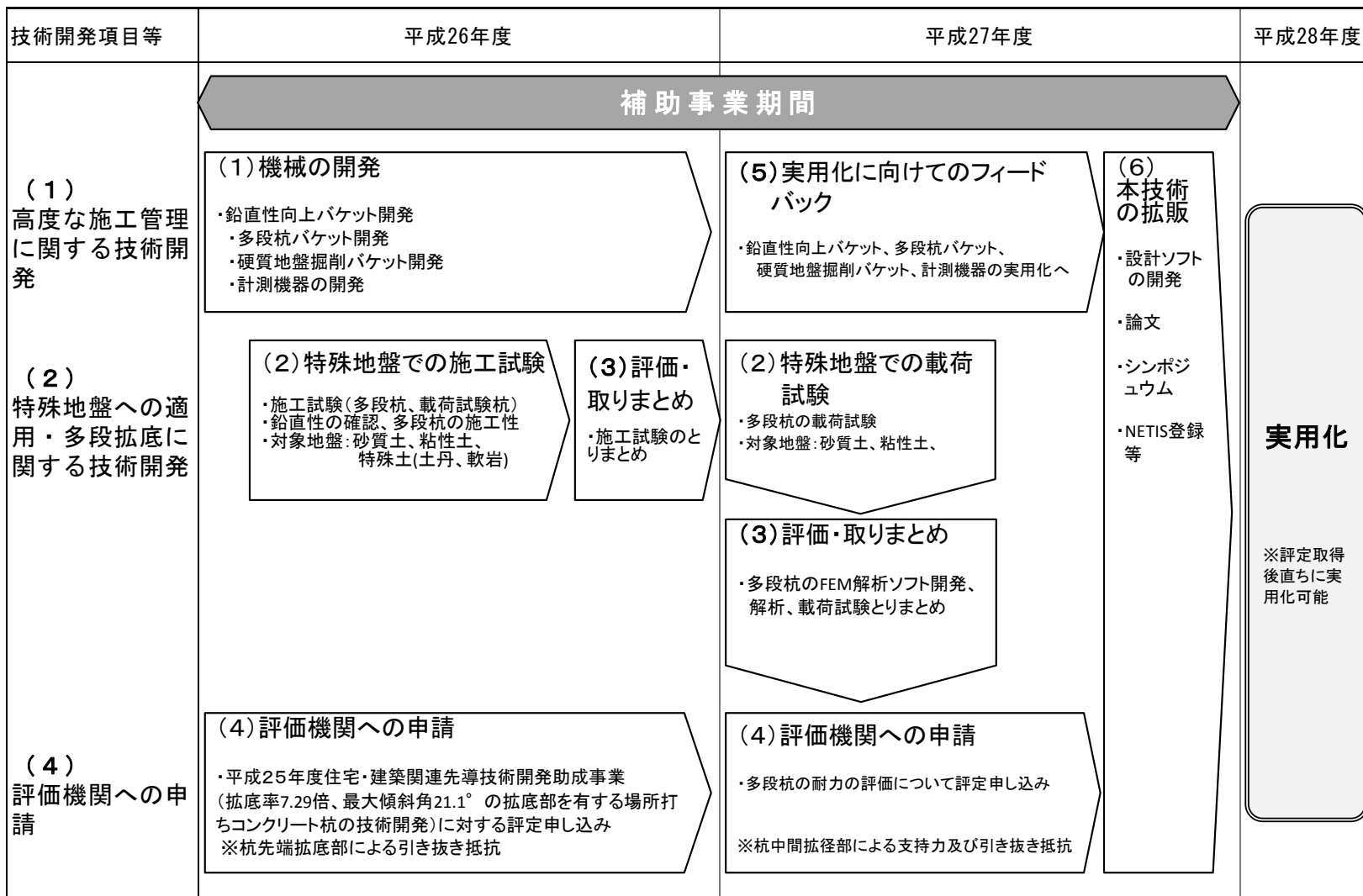
全周回転掘削機による拡底掘削
※硬質地盤へ対応
NETS登録 KT-120051-A

硬質地盤用の機械式掘削ツール

【審査基準に関する事項】

4. 実用化・製品化の見通し

実用化に向けたロードマップ



公的機関で技術評定を取得すると、直ちに引抜き耐力杭としての実用化・製品化が可能