

福島県沖地震 (2021/2/13) におけるタンク滑動事象を踏まえた 追加調査・検討および対策方針

2021年10月11日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 福島県沖地震（2021/2/13）のタンク滑動発生状況

- 福島県沖地震（2021/2/13）による中低濃度タンク（1,074基）の影響を確認するため、点検調査を実施し、53基のタンクで滑動を確認。12箇所の連結管でメーカー推奨変位値の超過を確認。
- メーカー推奨変位値を超える連結管は、Dエリアでのみ発生していることを踏まえ、その滑動量の特異性の要因について追加調査や解析的な検討を行った。

※1：滑動を確認したタンクに外観上異常は確認されていない

分類	エリア	基数	漏えい有無調査		滑動有無調査		連結管点検	
			対応	結果	対応	結果	対応	結果
1~4号機由来の 処理水貯留タンク (中低濃度タンク)	Dエリア	1,074	済	無	済	有※1 13基	済	異常有 12箇所
	Dエリア 以外					有※1 40基		異常無

エリア	基数	タンク滑動			連結管メーカー 推奨変位値 超過箇所 (超過数/調査数)
		有無	基数	最大滑動量 (mm)	
B	37	有	6	50	0/15
D	41	有	13	190	12/45
H 1	63	有	7	30	0/14
H 4 S	51	有	1	40	0/1
H 4 N	35	有	13	90	0/27
J 4	35	有	3	30	0/8
J 5	35	有	7	30	0/14
多核種除去設備サンプルタンク	10	有	3	50	-
その他	767	無	0	-	-
合計	1074		53		12/124

1. 特異的なDエリアタンクの滑動量の要因調査・検討

①タンク・基礎の設計・施工条件等の整理

- タンク・基礎の設計・施工条件等は、他エリアと同等で特異な条件は無い。

②地質的な特異性の追加調査

- 既実施のボーリング調査に加え、Dエリアの四隅において追加ボーリング調査を実施。結果、基礎地盤（タンク基礎下の地盤改良部の更に下部：段丘堆積層）は十分な地盤強度を有している（N値※の平均は10以上）。

※：N値：ボーリング調査において一般的に用いられる、標準貫入試験（JIS A 1219）により地盤強度等を求めた試験結果。「規定の質量・高さによる打撃によりボーリングロッドを30cm打込むのに必要な打撃回数」で定義される。

- なお、1F設置前の地形等にも弱地盤の要因（谷地形等）は見当たらない。

③地震動の検討

- 福島県沖地震（2021/2/13）の観測データ（剥ぎ取り波）を用いて、Dエリアの地震応答解析を実施し、基礎上面で500gal（水平）程度の加速度が生じていた事を確認。
- 過去の地盤調査データに基づいて、他の複数エリアの地震応答解析を実施した。いずれもDエリアとほぼ同程度の加速度が生じたものと推定され、特異性は見られない。

2. タンク滑動量の再現

- タンク滑動量の再現解析を実施したが、これまでのところ、100mm未満の滑動量までの再現となっており、実事象（最大190mm）の再現には至っていない。
- 再現できない大きな要因は、今回大きな滑り量を生じたタンクは、単純な滑り現象ではなくタンクのロッキング※あるいは貯留水のスワール※と呼ばれる現象の影響を受けたものと考えられる。※ロッキング：地震により構築物全体が浮き上がる現象 スワール：回転を伴う内容液の液面揺動

<追加調査・解析検討の結論>

- 特異的なタンクの滑動事象が発生したDエリアに関し、追加のボーリング調査・解析検討を実施したが、これまでのところ、他エリアと比較して特異性の要因となり得るものは解明出来ていない。
- 地震動によるタンク滑動量を適切に想定することは現時点では難しいが、引き続き、地震観測データの蓄積・分析・評価等により特異性の要因も併せ検討していく。

<対策方針>

- 上記の結論を踏まえ、地震時のタンク滑動により「連結管破断」が発生する前提で、系外に漏えいさせない対策を検討中。
 - 貯留タンク：処理水貯留後は全てのタンクの連結弁を「閉」とする。
 - 運用タンク：運用に必要な範囲で連結弁を開とする。また、タンクの連結弁は遠隔制御可能なものに変更し、地震発生時に速やかに連結弁を「閉」と出来る運用をする。

(2021年度中に詳細な遠隔操作弁の仕様を確定する計画)

- 7月より33.5m盤のタンクエリアに（D・H4北・K4）に地震計を設置し、データを取得中である。引き続きデータを蓄積し、Dエリアの特異性等について分析・評価し、必要に応じて追加の対策を検討していく。

- 設置地震計：3号原子炉建屋設置と同型
- 目的：2/13の地震動によるタンクエリア等への影響を踏まえ、下記を目的として33.5m盤に地震計を設置・観測する。
 - ① 2/13の地震動で滑動基数・滑動量が特異的だったタンクエリア（D・H4北）の地震動と、その他タンクエリア（K4）での地震動の比較
 - ② 地震時のタンク振動の観測結果への影響を確認
 - ③ 地震による変状発生時の設備健全性検討
- 設置位置：4地点（次ページ）
- 今回設置の地震計は早期観測開始を重視しており、長期観測に適した地震計を別途設置あるいは設置目的完遂の場合等には適宜観測終了・引継ぎ等していく。

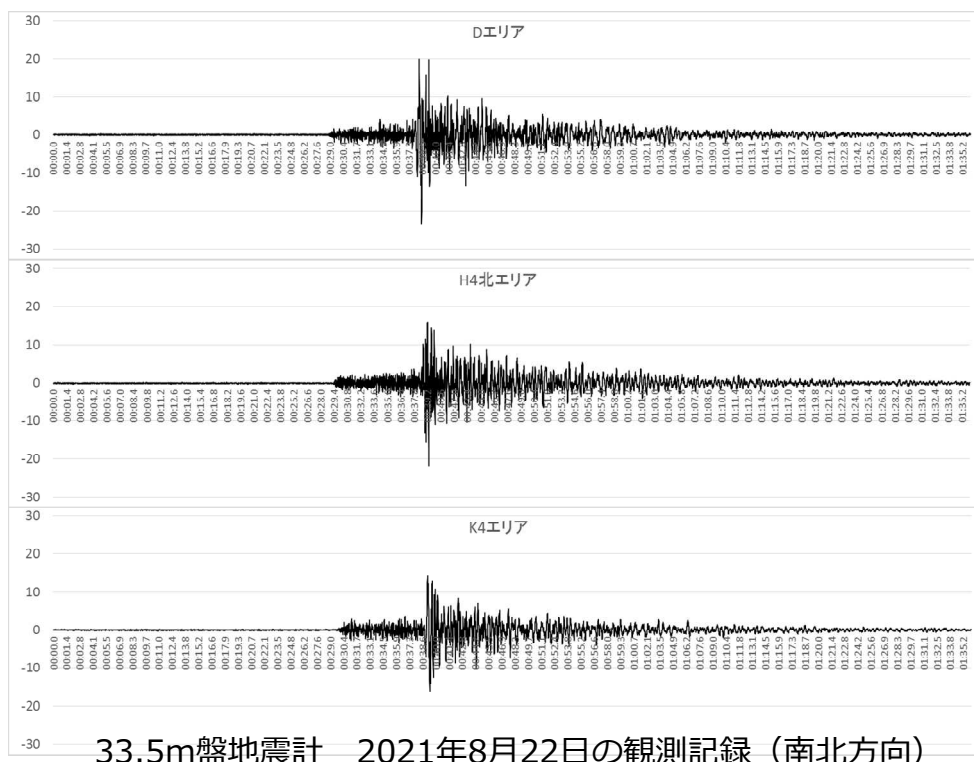
33.5m盤 地震計設置工程

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月
既設基礎上に設置（1基）	地震計手配・設計	設置	観測			
地震計基礎追設後に設置（3基）	地震計手配・設置位置確定・設計		設置		観測	

- 7月末に設置後、下記の回数の地震について観測しデータを取得している。

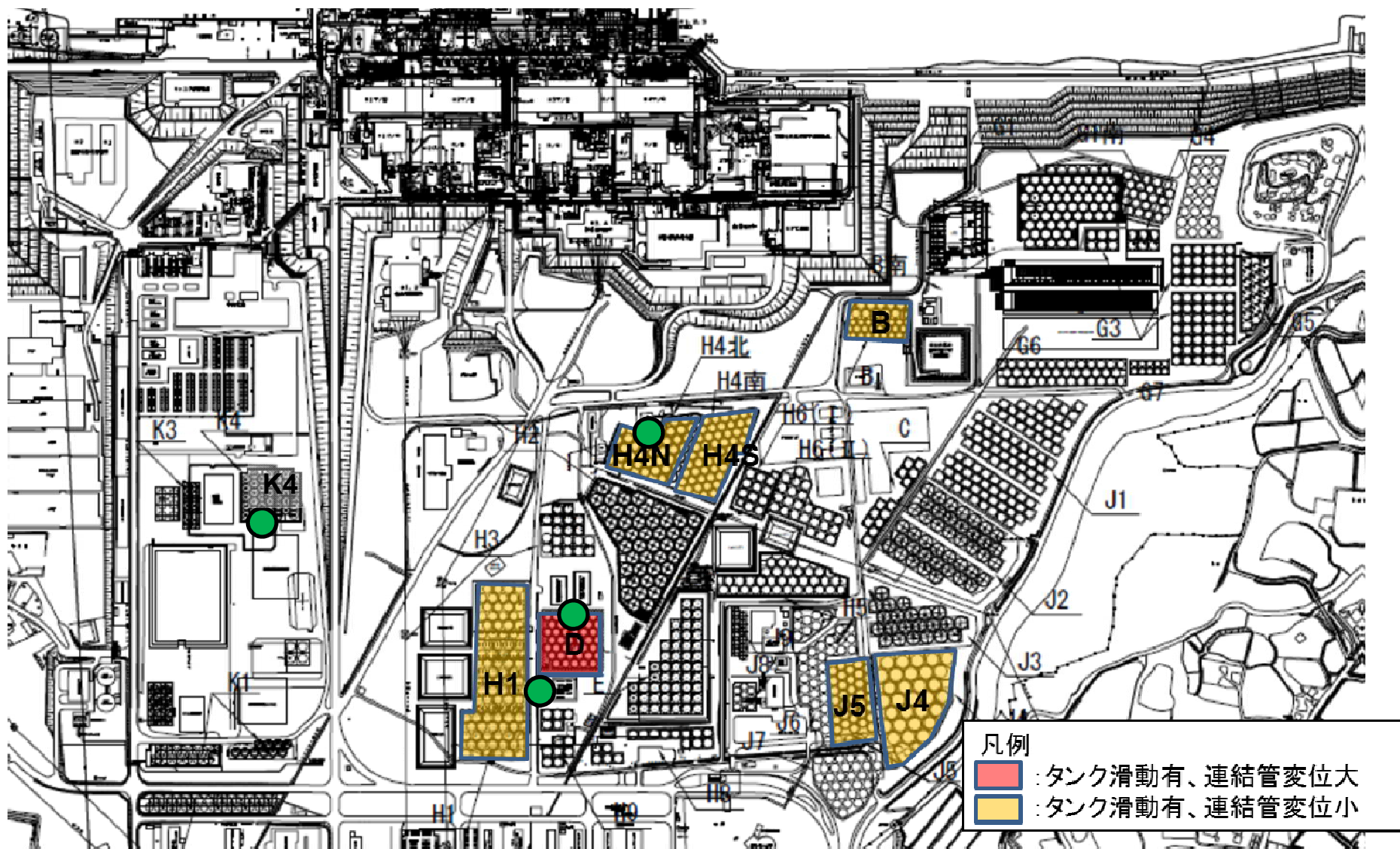
エリア	D		H4北	K4
	基礎	基礎外		
7月	0	3	0	0
8月	14	14	14	14
9月	5	5	5	5
10月	2	2	2	2

- データ観測例：2021/8/22



設置場所	最大加速度(gal)		
	NS	EW	UD
Dエリア	23.1	22.5	14.1
H4北エリア	21.7	26.5	20.6
K4エリア	16.2	14.1	11.7

33.5m盤地震計 2021年8月22日の観測記録（南北方向）



● : 地震計設置位置

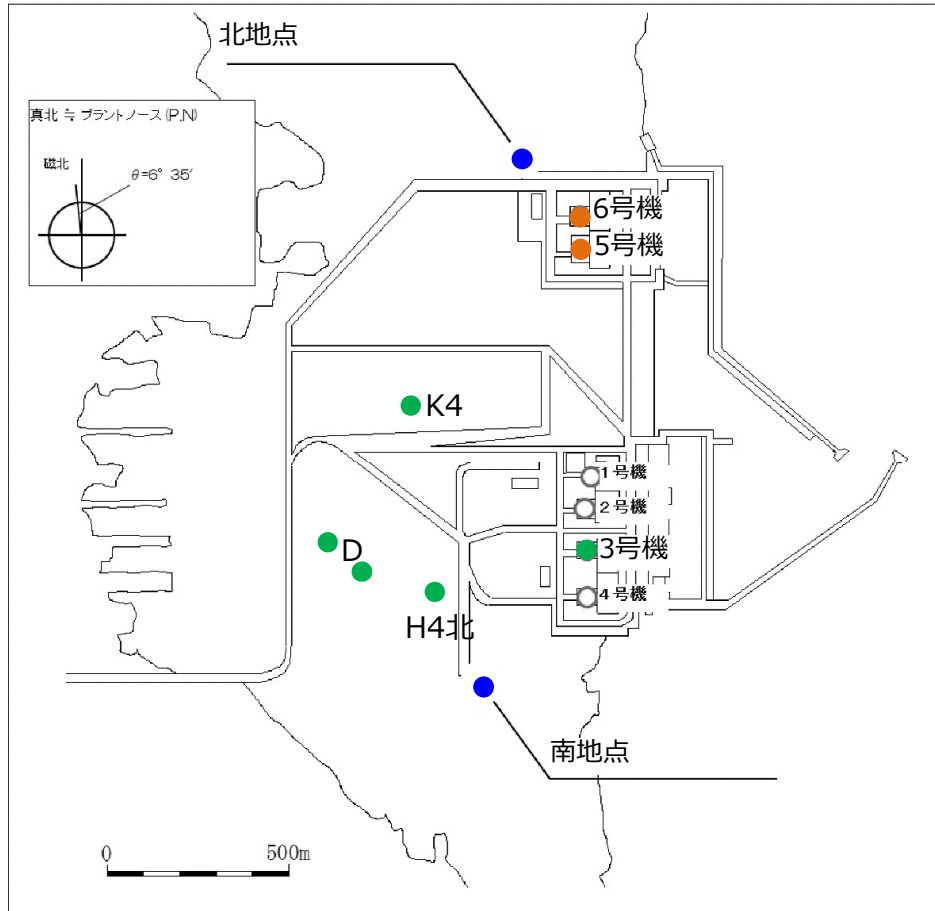
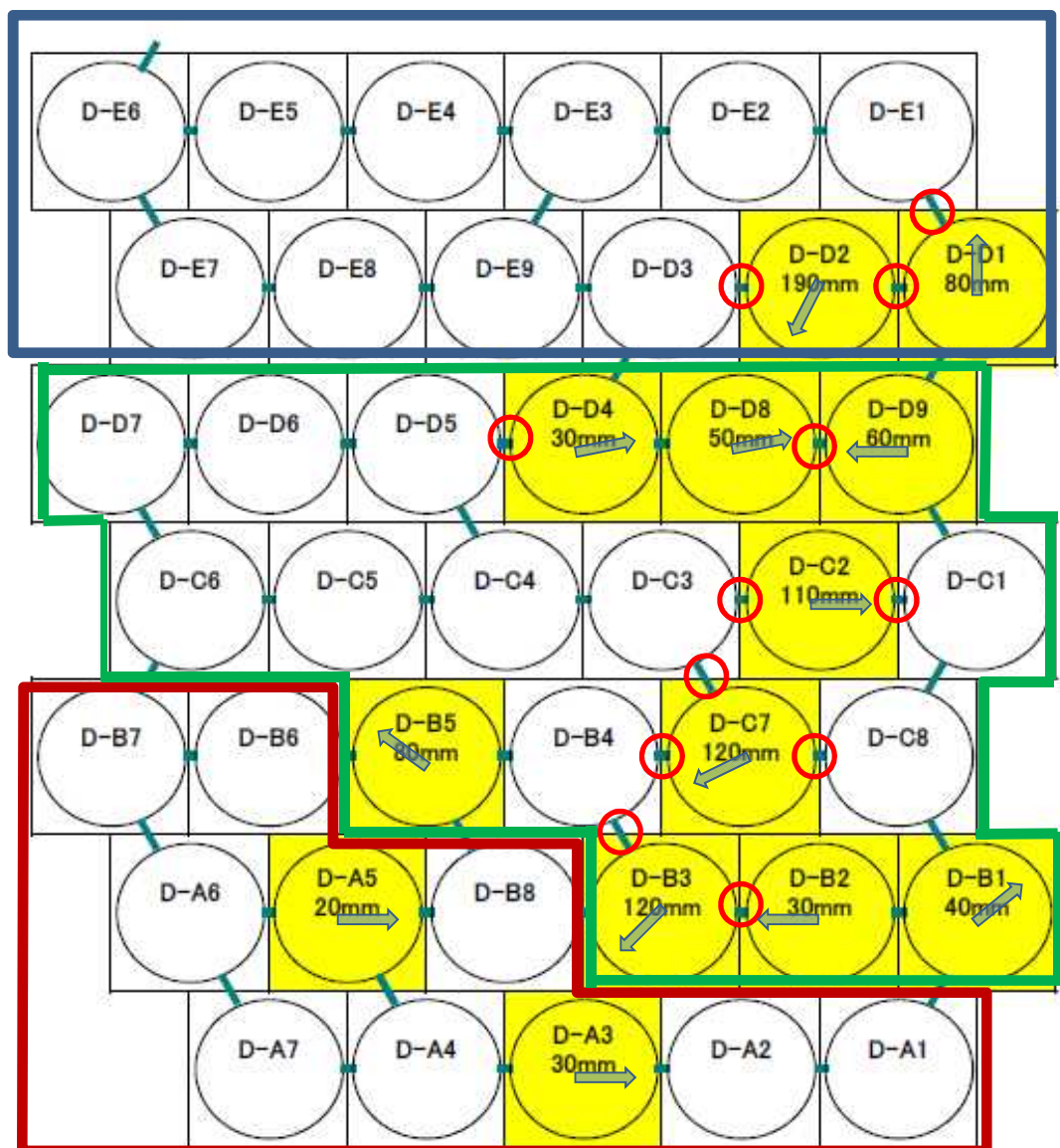


図1 福島第一における地震観測（全体）

		観測点	役割
建屋系	5号機建屋	R/B (基礎版)	・ 運用に利用 (バックアップ)
		R/B (中間階)	・ 建屋の振動特性分析に利用
	6号機建屋	※ R/B (基礎版)	・ 運用に利用
		R/B (中間階) R/B (最上階) 各箇所	・ 建屋の振動特性分析に利用
自由地盤系	南地点	・ 大規模な地震が発生した際、基準地震動や過去の地震記録との比較等に利用	
	北地点	・ 同上	
その他	3号機建屋	R/B (1階)	・ 建屋の経年変化の傾向把握への適用性検討のために設置
		R/B (5階)	
	33.5m盤	Dエリア (2カ所) H4北エリア K4エリア	・ 2021/2/13の地震動で滑動基数・滑動量が特異的だったタンクエリア (D・H4北) の地震動と、その他タンクエリア (K4) での地震動の比較 等

※ : 大きな地震の場合には、最大加速度値 (水平・垂直) をお知らせ



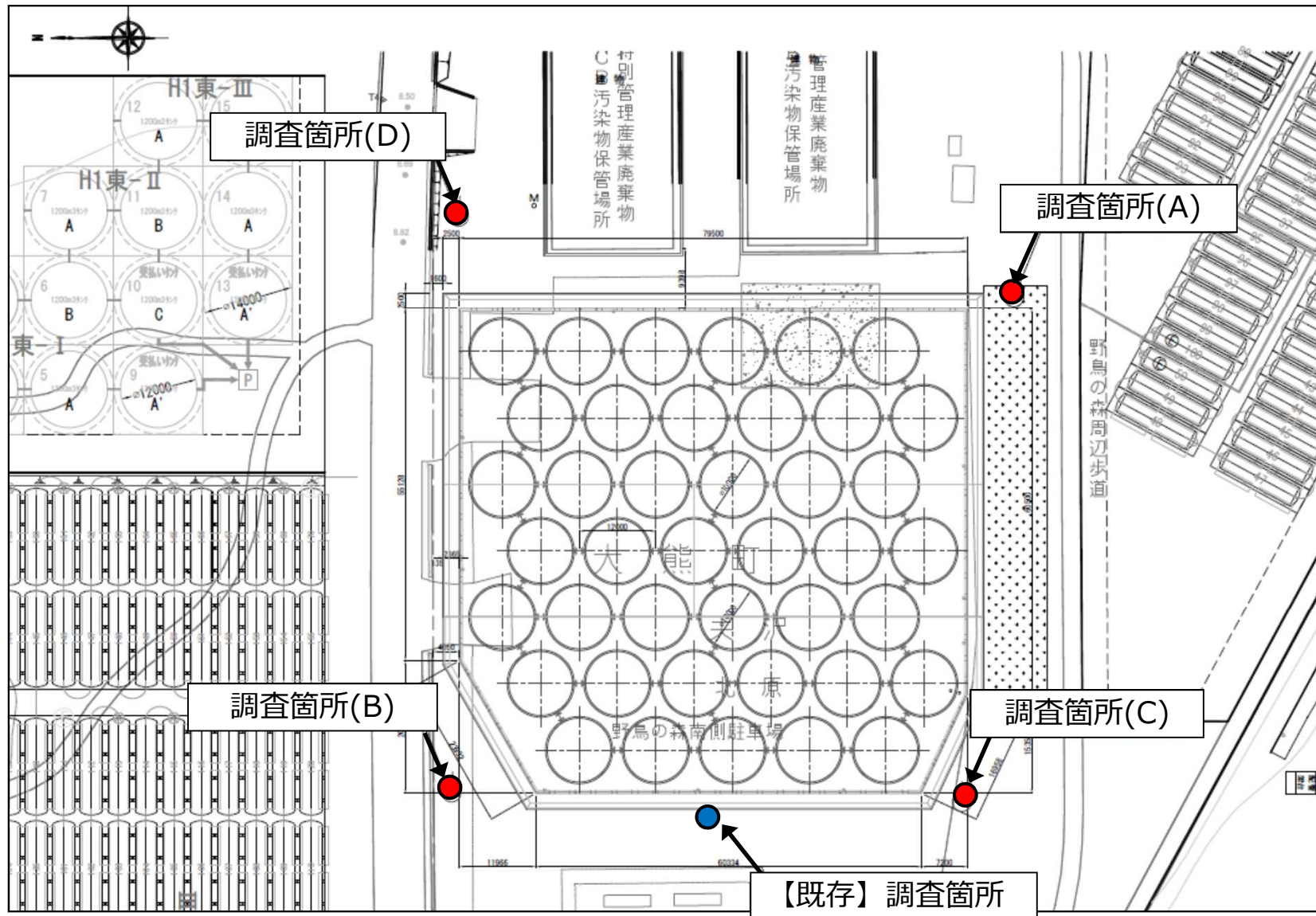
○ : メーカ推奨変位値
超過箇所

RO処理水

Sr処理水

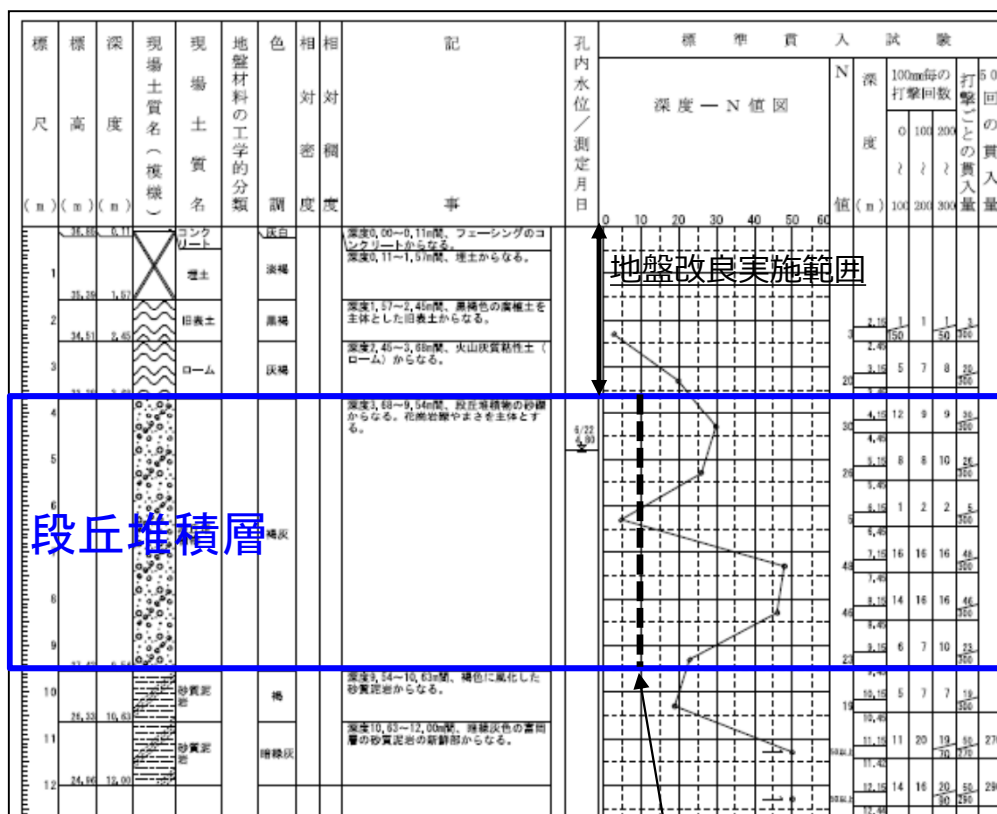
濃縮廃液

滑動が確認されたタンク
→ : 滑動の向き

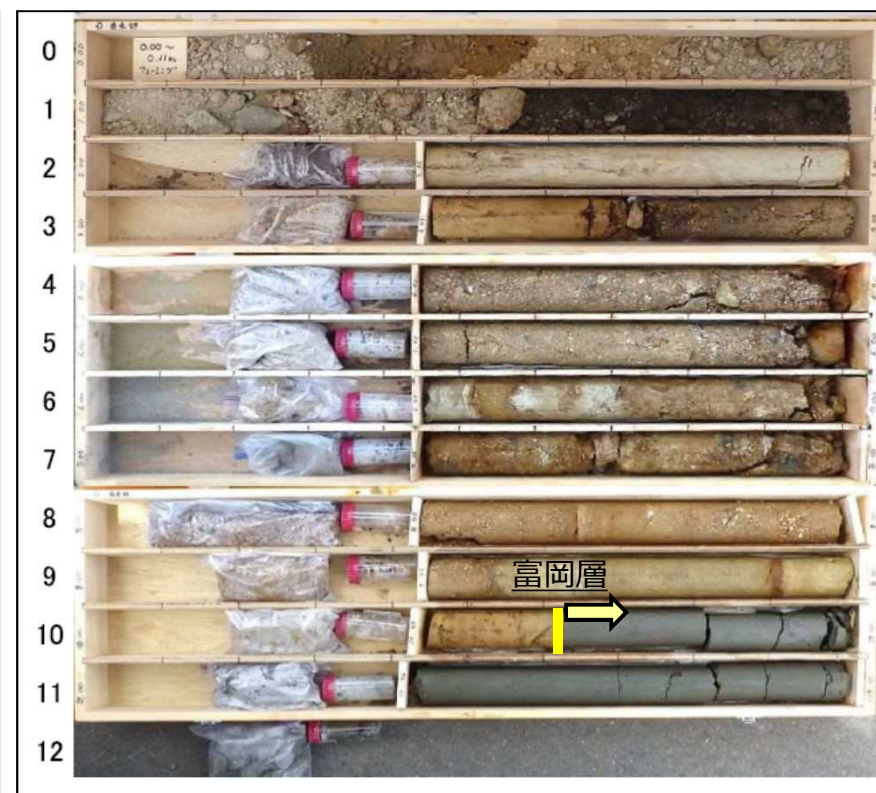


【参考】追加ボーリング調査結果

- ・ 場 所：ボーリング調査箇所(A)
- ・ 評 価：1カ所を除き段丘堆積層のN値：10以上
⇒十分な支持力を有した基礎地盤



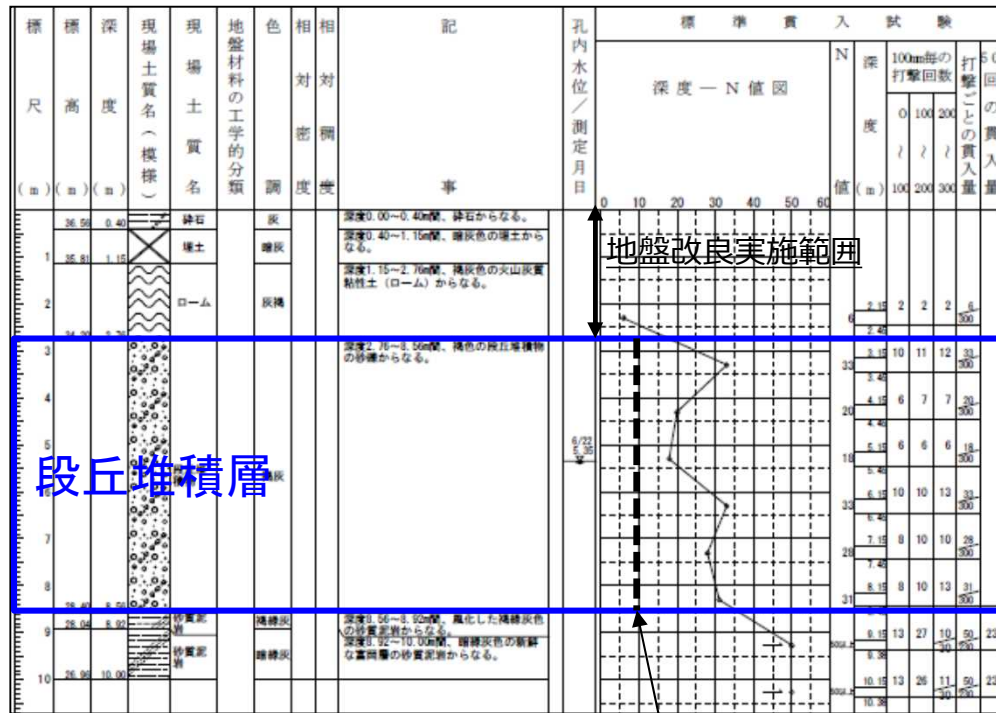
柱状図 N値：10



ボーリングコア

【参考】追加ボーリング調査結果

- ・場 所：ボーリング調査箇所(B)
- ・評 価：段丘堆積層のN値：10以上
⇒十分な支持力を有した基礎地盤



柱状図

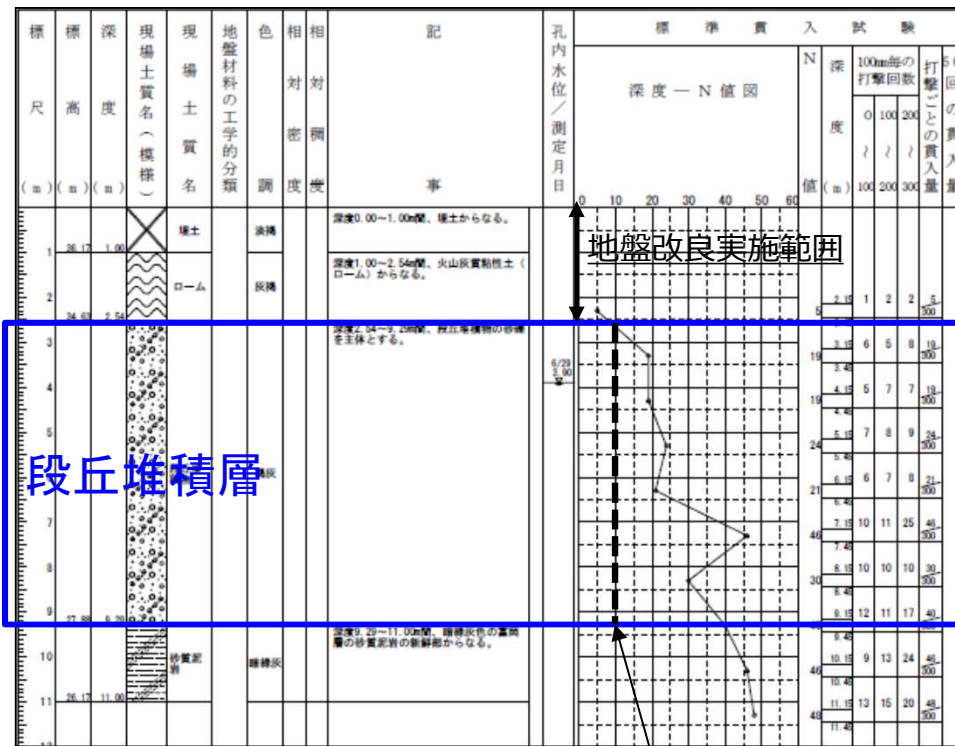
N値：10



ボーリングコア

【参考】追加ボーリング調査結果

- ・場 所：ボーリング調査箇所(C)
- ・評 価：段丘堆積層のN値：10以上
⇒十分な支持力を有した基礎地盤



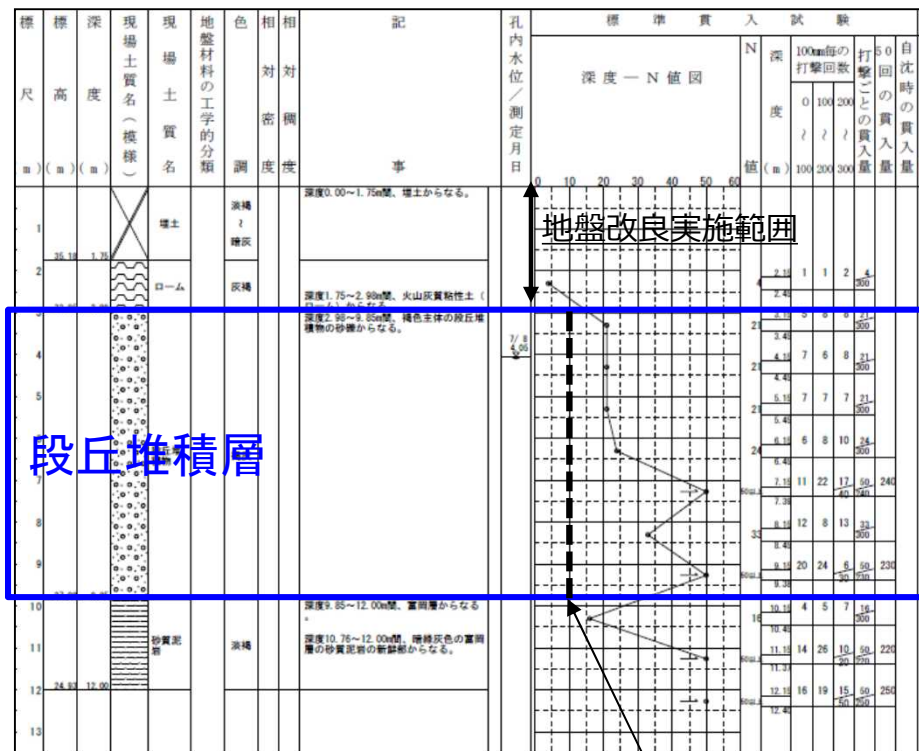
柱状図 N値：10



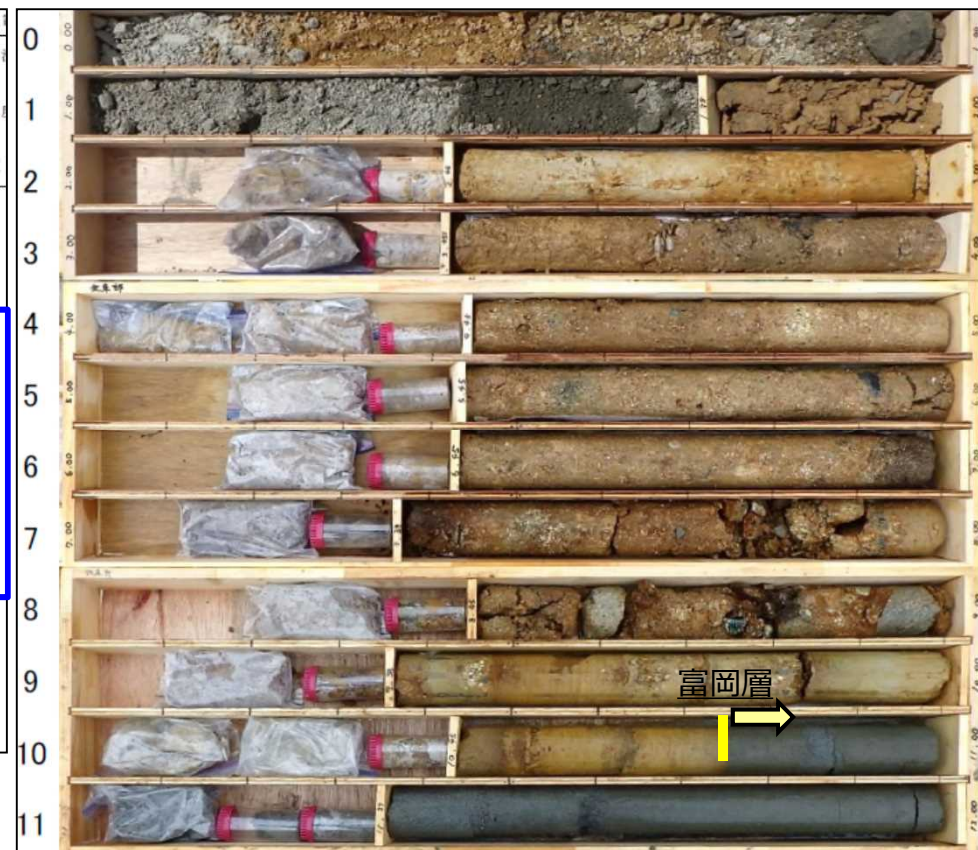
ボーリングコア

【参考】追加ボーリング調査結果

- ・場 所：ボーリング調査箇所(D)
- ・評 価：段丘堆積層のN値：10以上
⇒十分な支持力を有した基礎地盤



柱状図 N値: 10



ボーリングコア