

鈷さいたい積場跡措置工法選定のための取組み

(固結鈷さい試験の概要について)

(2019.3.15 第20回鈷山跡措置技術委員会 資料)

国立研究開発法人日本原子力研究会開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門
人形峠環境技術センター

I. 鉋さいたい積場跡措置工法の選定について

これまで、圧密及び固結の両工法を鉋さいたい積場跡措置のための対象として比較検討を進めてきた結果、総合的に固結工法が鉋さいたい積場の跡措置に有利な工法と判断した。

これに伴い、固結工法の実施工の可能性を探るため、現時点で当鉋さいたい積場で最も有効であると考えられる固化材を用いて固結鉋さい試験を行うこととした。

圧密工法と固結工法の比較

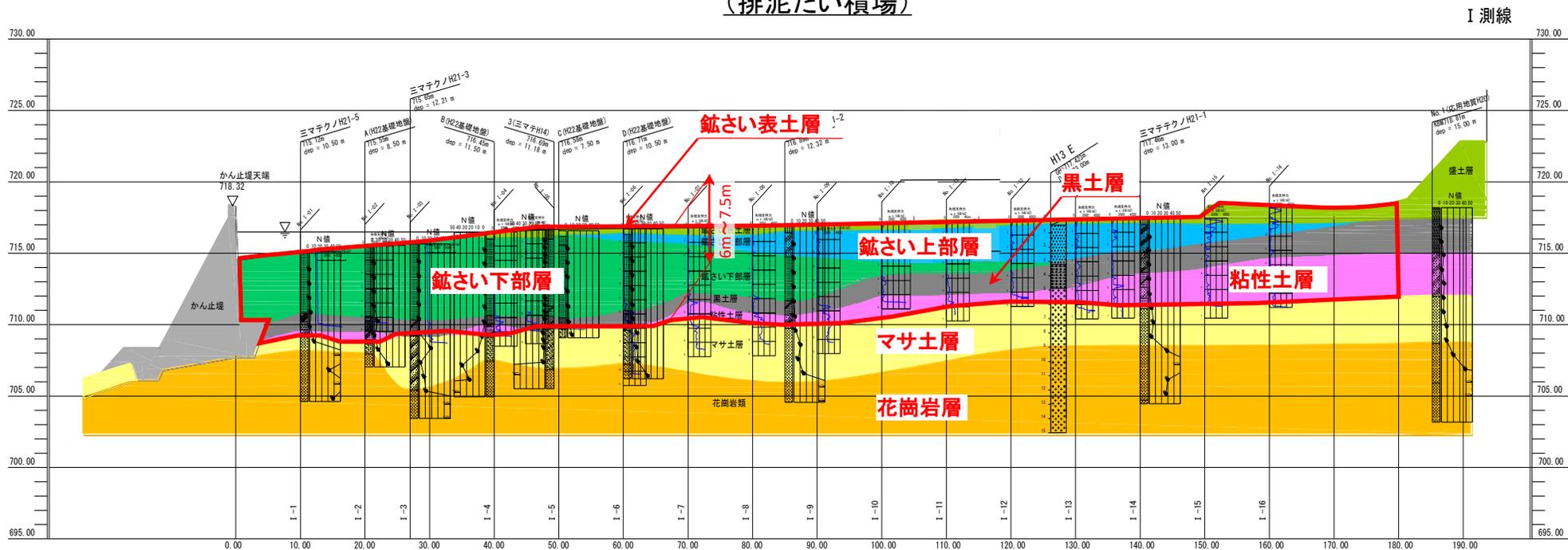
工法 比較項目	圧密工法 盛土荷重载荷工法併用 カードボードドレーン工法		固結工法 中層混合処理工法 (代表工法: パワーブレンダー工法)	
工事日数	42ヶ月	×	29ヶ月	○
工事費	1.2	△	1	○
施工時の推定 最大発生水量	523.5m ³ /日	×	102.4m ³ /日	○
施工時のRa 推定最大濃度	3.57 × 10 ⁻³ Bq/cm ³	×	2.41 × 10 ⁻³ Bq/cm ³	×
総合評価	×		○	
概念図			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>固化処理 施工状況</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>トレンチャーによる鉛直攪拌 混合概念図</p> </div> </div>	

Ⅱ. 夜次鉅さいたい積場の概要



Ⅱ．夜次鉤さいたい積場の概要

夜次鉤さいたい積場地質縦断図 (排泥たい積場)

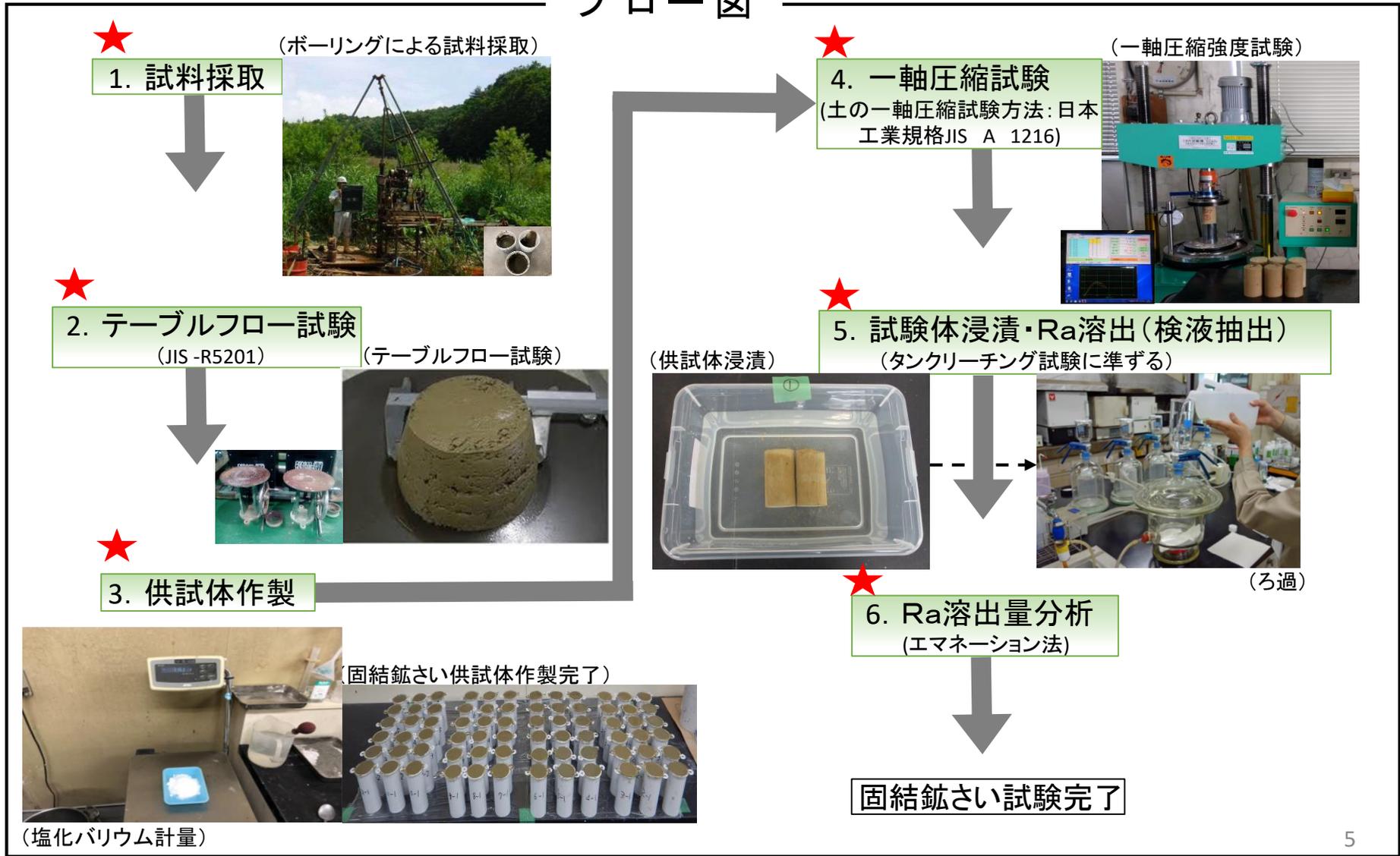


*N値： 標準貫入試験で求められる地盤の強さを示す指標の一つ。
重さ63.5gのハンマーを75cmの高さから落下させて円筒形の
試料採取器を土中に打ち込み、30cm打ち込むのに必要な落
下回数で表す。N値が大きいほど地盤が強固となる。
なお、粘性土のN値2~4は軟弱地盤となる。

IV. 固結鈷さい試験の流れ

➤ 固結鈷さい実用試験のフロー

フロー図



V. 固結鈷さい試験の概要

➤ 固結鈷さい試験の目的

試験	目的
予備試験	複数の固化材より夜次鈷さいたい積場において強度特性、Ra溶出低減に最も優れた効果を示す固化材の選定を目的とする。
実用試験	実施工を視野に入れ、予備試験で最も有効であることが確認された固化材と改良対象となる軟弱層を用いた固結鈷さい試験を行うことで夜次鈷さいたい積場における固結工法の可能性の実証を目的としています。

➤ 固結鈷さいに必要な性能値

一軸圧縮強度(材齢28日)		Ra許容溶出量
目標室内配合強度	現場設計基準強度	
qu _l =900KN/m ²	qu _{ck} =300KN/m ²	3.7 × 10 ⁻⁵ Bq/cm ³
深層混合処理工法・施工マニュアル 参考		環境基準協定値

➤ 固結鈷さい試験の配合条件

試験	試料	固 化 材				W/B	添加剤
		早強セメント(H)	普通セメント(N)	高炉セメントB種(BB)	NB46セメント(NB)		塩化バリウム
予備試験	鈷さい下部層	200・300kg/m ³ (200kg/m ³)	200・300kg/m ³ (300kg/m ³)	200・300kg/m ³ (300kg/m ³)	200・300kg/m ³ (200kg/m ³)	80%	・BaCl ₂ ・2H ₂ O 0・24.3・72.8 (g-BaCl ₂ /kg-鈷さい)
実用試験	鈷さい層・ 在来地盤層	-			200・300・400 kg/m ³	60%	・Ba成分量 0・13.5・40.5 (g-Ba/kg-鈷さい)

※()の値はRa溶出試験に用いる固化材配合量

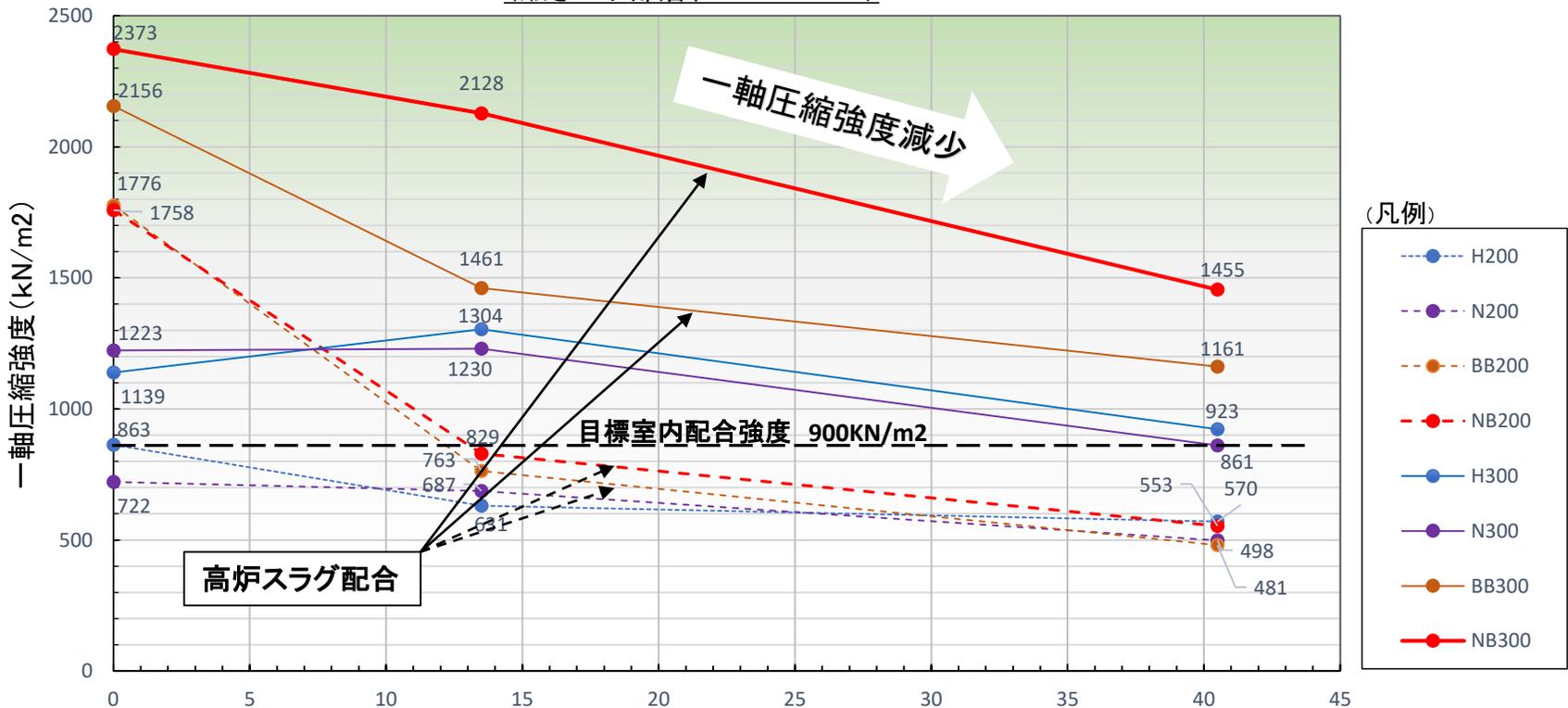
V. 固結鉾さい試験で得られた試験結果と考察

◆ 予備試験

➤ 一軸圧縮強度試験結果

添加剤量と一軸圧縮強度の関係

(鉾さい下部層、N・H・BB・NB)



添加剤量(g-Ba/kg-鉾さい)

BaCl₂(0,13.5,40.5g-Ba/kg-鉾さい)

試験結果: 予-1S, 予-2S

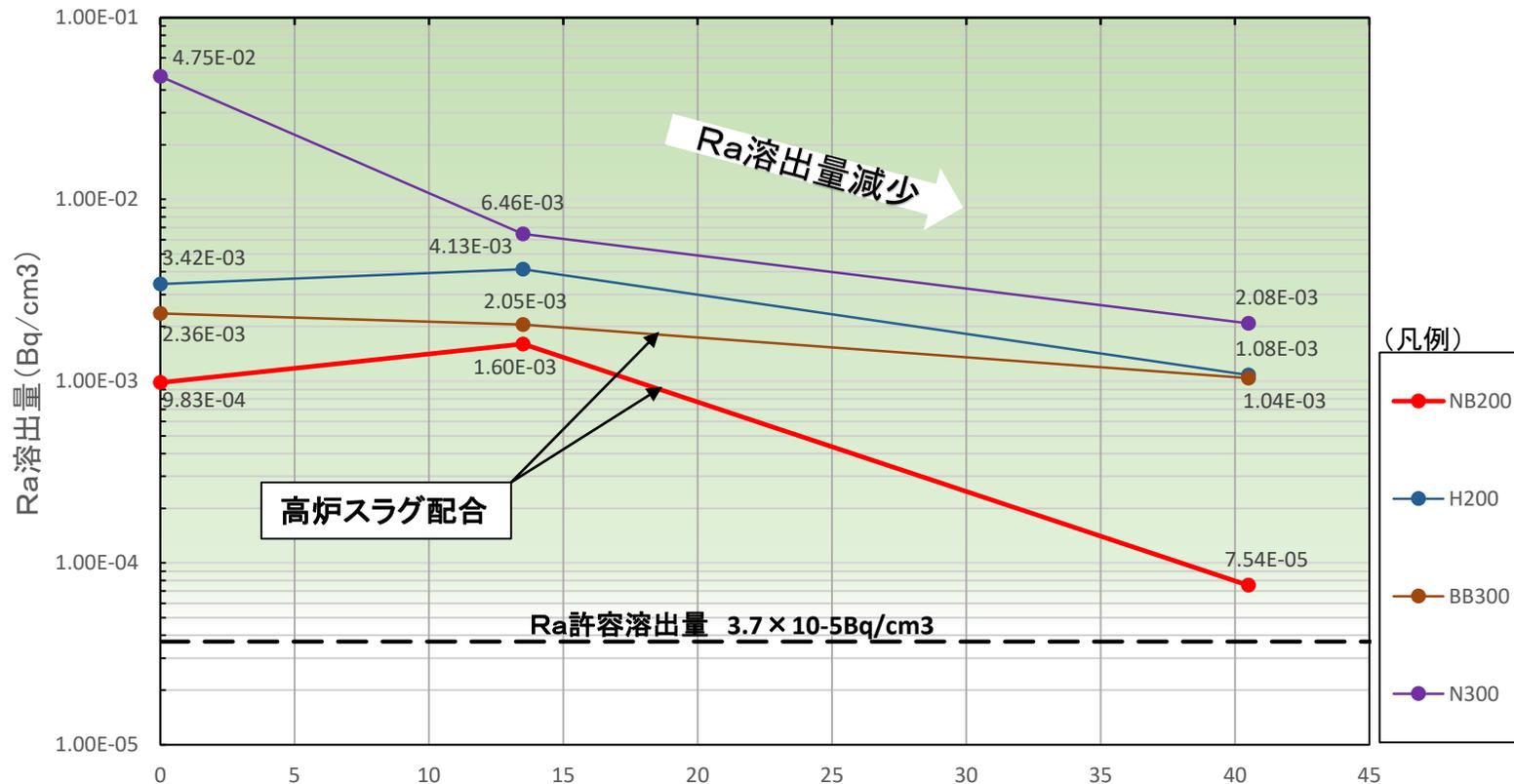
V. 固結鉍さい試験で得られた試験結果と考察

◆ 予備試験

➤ Ra溶出試験結果

添加剤量と溶出液のRa濃度の関係

(鉍さい下部層、N・H・BB・NB)



添加剤量(g-Ba/kg-鉍さい)
BaCl₂(0,13.5,40.5g-Ba/kg-鉍さい)

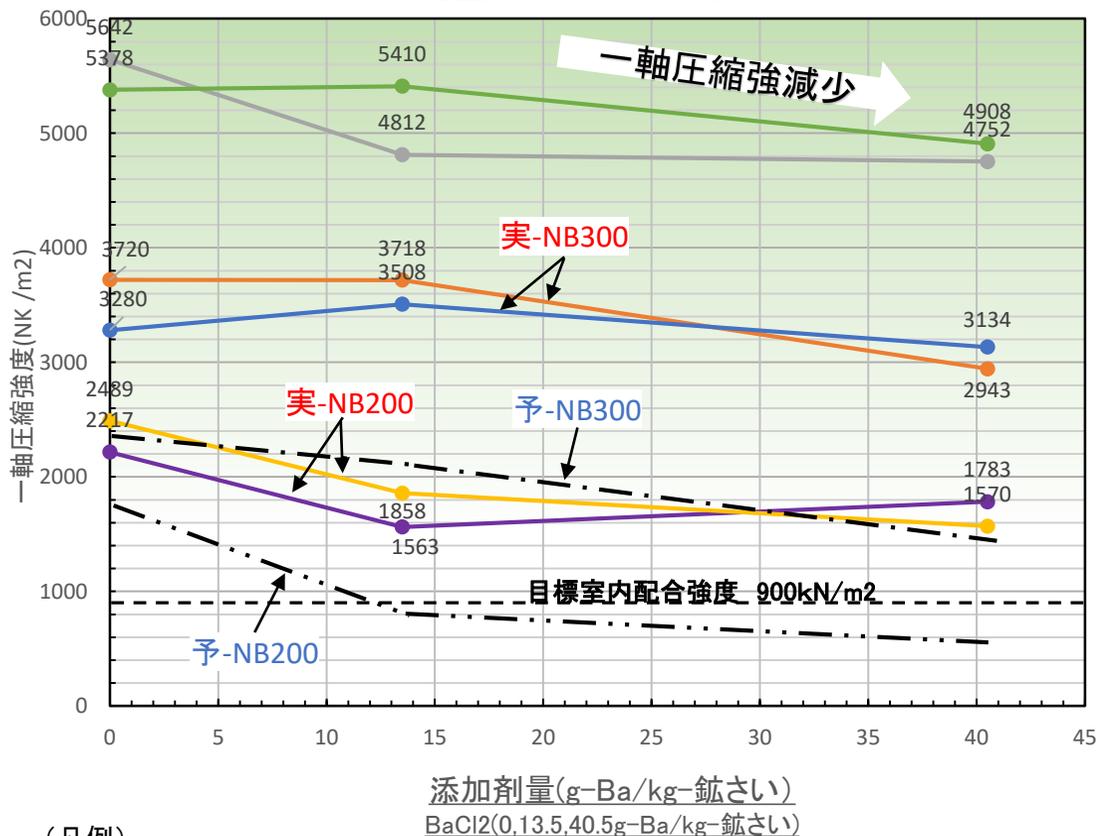
試験結果: 予-1R, 予-2R

V. 固結鈷さい試験で得られた試験結果と考察

◆ 実用試験

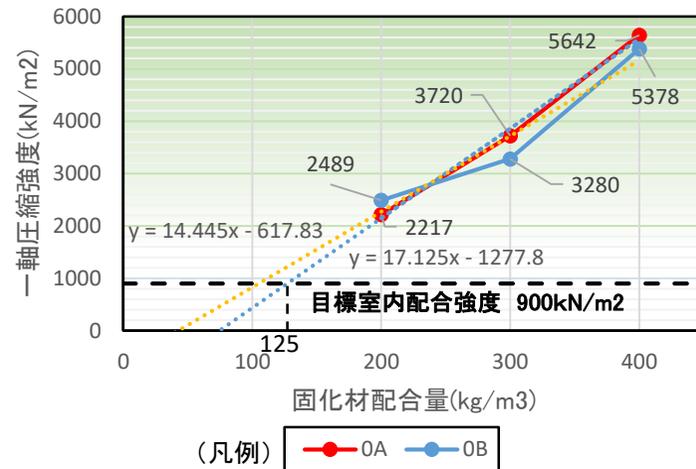
➤ 一軸圧縮強度試験結果

添加剤量と一軸圧縮強度の関係

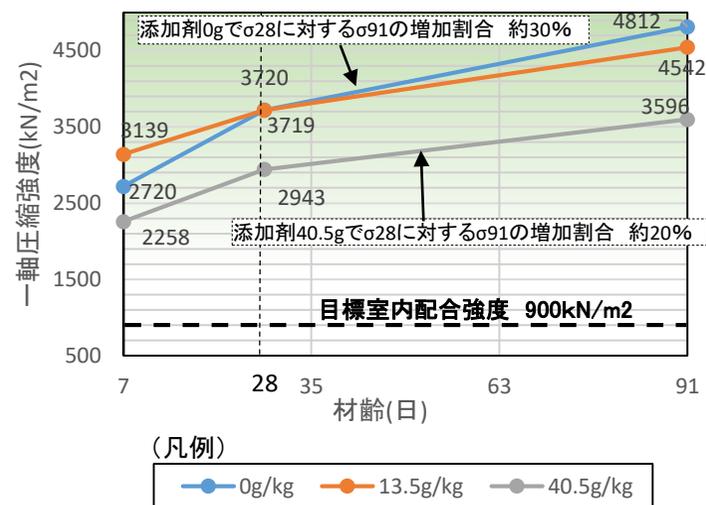


試験結果: 実-1S,2S,3S,4S

一軸圧縮強度と固化材配合量の関係
添加材0g/kg-鈷さい



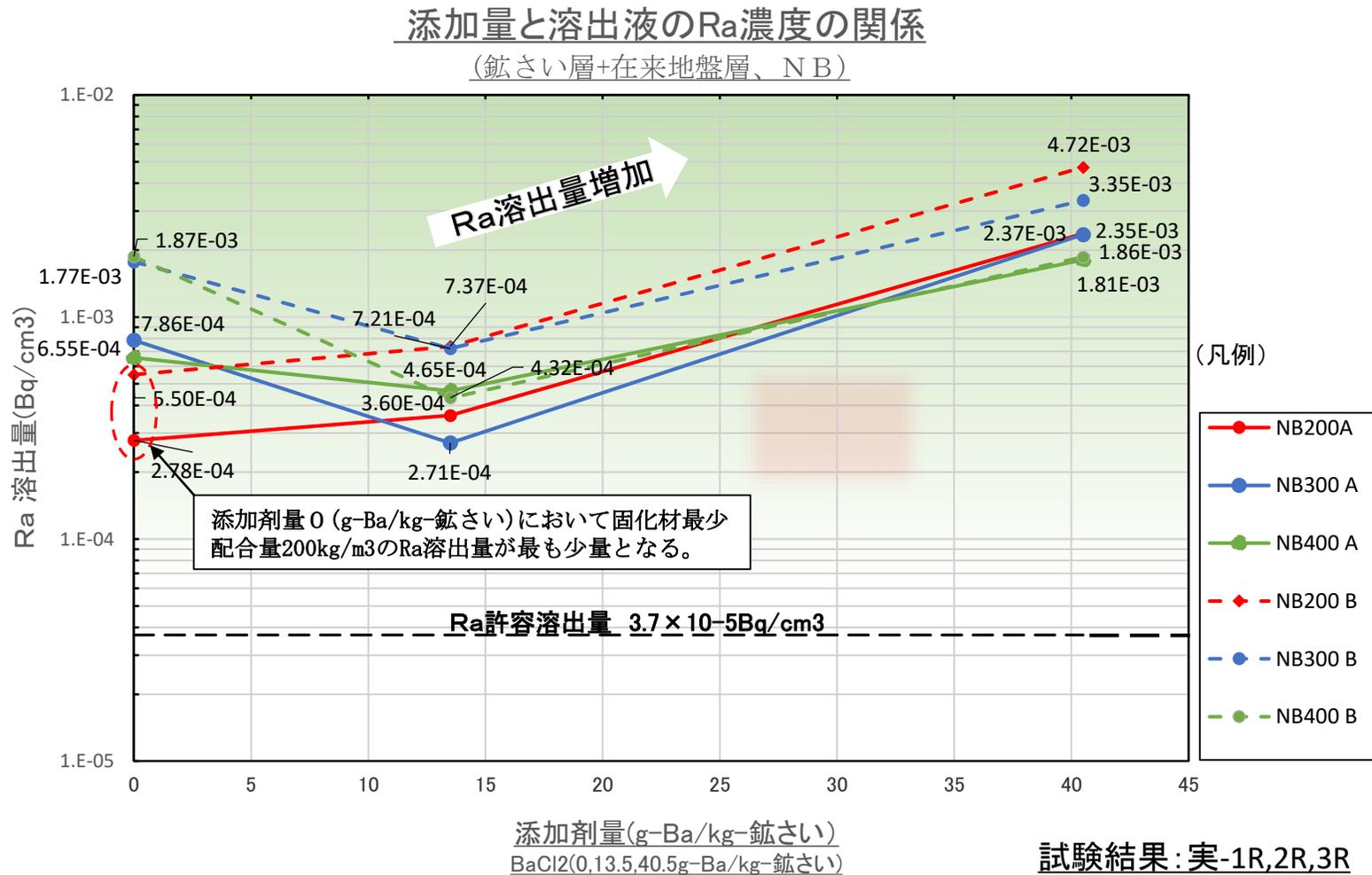
材齢と一軸圧縮強度の関係
固化材(NB)配合量300kg/m³



V. 固結鈳さい試験で得られた試験結果と考察

◆ 実用試験

➤ Ra溶出試験結果

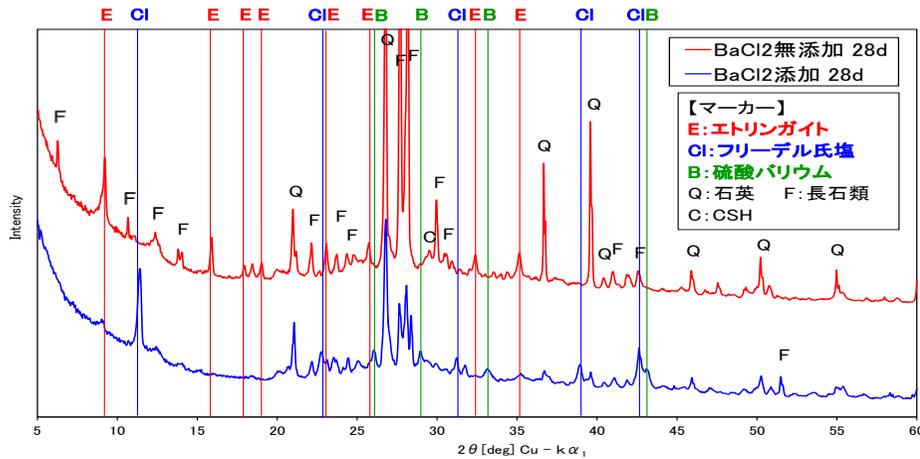


V. 固結鉱さい試験で得られた試験結果と考察

◆ 固結鉱さいの添加剤BaCl₂による強度低下の要因について

➤ XRD回折測定分析結果

材齢28日のXRDチャートと主要ピーク同定結果



生成物のXRD定性分析結果

試料		定性分析結果			
材齢(日)	添加剤量(g/kg)	E	Cl	B	C
7	0	●	×	×	●
	72.8	×	●	●	●
28	0	●	×	×	●
	72.8	△	●	●	●
91	0	●	×	×	●
	72.8	△	●	●	●

※ 固化材：NB46セメント（配合量300kg/m³）

【記号】 E：エトリンガイト、Cl：フリーデル氏塩、B：硫酸バリウム、C：CSH
 X線回折ピーク強度：○(大) > △(小) > ×(不検出)

BaCl₂添加によりエトリンガイト成分は下記の化学反応式のように変化したと考えられる。



強度に寄与するエトリンガイトが消失又は極微量となったため固化体の強度が低下した。

VI. 固結鈷さい試験結果のまとめ

今後の固結鈷さい試験の取組みについて

1. 「実用試験」の結果を踏まえ、経済的な視点に配慮し、添加剤を用いない「実用試験」を中心として取り組む。また、固化材配合量 $200 \text{ kg} / \text{m}^3$ で一軸圧縮強度の基準値を十分上回る結果を得たが、今後は固化材配合量をさらに減量するため近似線により外挿した最低固化材量 $125 \text{ kg} / \text{m}^3$ を用いて最も経済的な固化材配合量を求める。
2. 「予備試験」の結果より、高炉スラグがRa溶出量の低減に効果があると考えられるが、今後の実用試験では、現在、当鈷さいたい積場で最も有効な固化材と考えられるNB46セメントの高炉スラグの割合を上回る固化材を用いて、強度特性、Ra溶出低減効果を検証する。
3. 現在、当鈷さいたい積場で最も有効な固化材はNB46セメントと考えているが、別途、長期強度発現に優れた固化材（フライアッシュセメント、中庸熱ポルトランドセメント・低熱ポルトランドセメント）を用いた実用試験を行い、強特性、Ra溶出低減における性能についての比較を行う。