

止水性を目的とした高圧噴射攪拌工法（JETCRETE 工法）による大口徑改良に係る試験施工

日本原子力発電(株) 小室勝幸 大塚正人
 鹿島建設(株) 正会員 ○上田哲也 阿部勇児 両角達雄 山口鎮雄 田中恵祐 藤崎勝利
 ケミカルグラウト(株) 正会員 羽場裕晃

1. はじめに

原子炉建屋廻りは、支持層からGL-3.5mまで止水壁が構築されているが、現在、進めている安全性向上対策工事において、原子炉建屋の耐震性を確保する目的で、止水壁上方からの地下水の浸水を低減するため、止水壁の嵩上げ等の浸水抑制対策が必要であった。止水壁が設置されている箇所の上方には、配管等の既設埋設物が設置されており、これらへの対応策も検討した結果、高圧噴射攪拌工法であるJETCRETE工法¹⁾（以下、JC工と称す）にて透水性の低い地盤に改良する方法を採用した。

一方、撤去できない既設構造物付近での施工においては、半径R4,000mmを実現する必要があり、改良体の出来形および品質確保が課題であった。また、施工は固化材ミルクを片側のみに噴射する揺動施工を行う必要があった。本報では、地盤改良体の出来形および要求品質を確実に担保できる施工仕様を選定することを目的に実施した試験施工結果について報告する。

2. 地盤条件および要求品質

止水壁嵩上げの改良対象地盤は、比較的緩い埋土層（砂質土主体、N値5程度）であるため、これと同様の地盤条件で試験施工を行った。改良体の要求品質は、止水性であり、透水係数 $k=1.98 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 以下である。この値は、過去の排水設備による最大地下水排水量と止水壁外側の地下水位を用いて算出したものである。

3. 試験施工概要

試験施工フローを図-1に、試験施工時の検討仕様を図-2に示す。試験施工では1層を500mmとし、各層R4,000mmとR4,250mmの位置に設置した熱電対温度計の反応を確認しながら、順次施工仕様を決定した。造成方法は、一度切削した範囲を再度噴射するポストジェット方式を適用した。試験ケースはポストジェット回数、固化材吐出量および固化材圧力をパラメータとした。確認項目としてコア採取による改良径確認と現場透水試験（JGS 1316に準拠）を実施した。熱電対温度計設置位置、コア採取位置および透水試験位置を図-3に示す。透水

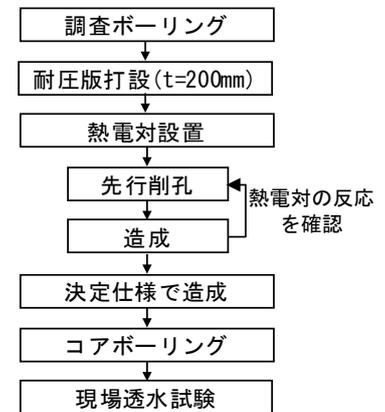
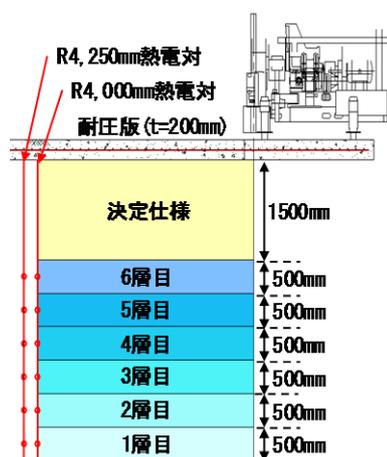


図-1 試験施工フロー



層	吐出量 (L/分)	圧力 (MPa)	引上時間*1 (分/層)	ポストジェット回数*2 (回)
6	380	38.0	170	3 切削エネルギー大
5	380	38.0	170	3 切削エネルギー中
4	380	38.0	170	3 切削エネルギー小
3	370	38.0	170	3
2	360	37.0	170	4
1	360	37.0	170	4
参考*3	330	34.0	32	1

※1：揺動角360°の引上時間(試験施工は揺動角60°)
 ※2：ポストジェット：ロッド引上げ後、再度ロッドを挿入し、同じ範囲を繰り返し施工する
 ※3：発電所内の同じ土層を対象としたR2,250mmの仕様

図-2 試験施工検討仕様

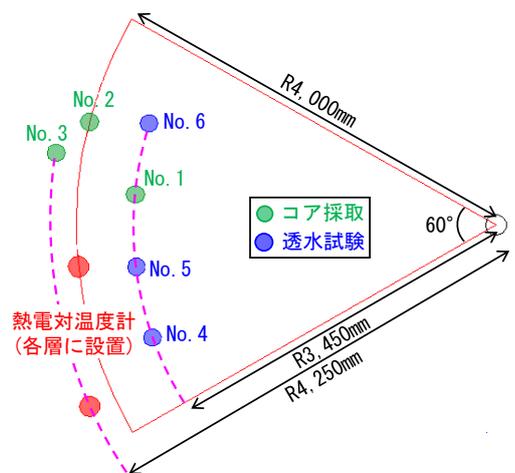


図-3 熱電対温度計、コア採取および透水試験の位置

キーワード：地盤改良, JETCRETE 工法, 止水性, 透水係数, 試験施工

連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町 2-1-1 鹿島建設(株)関東支店土木部 TEL 048-658-7800

試験は実施工時の施工箇所から止水壁までの水平距離を考慮し、R3,450mmの位置で実施した。今回の試験施工は揺動角60°で実施したため、実際の引上時間は図-2中の表記時間の1/6となる。

4. 試験施工結果

4.1 改良径確認

目標改良径の確認は、R4,000mmとR4,250mmに設置した熱電対温度計で測定したセメント水和反応による温度上昇に基づいて評価した。1~4層目については、顕著な温度変化が見られなかったため、ここでは温度変化が確認できた5層目および6層目の計測結果のみを図-4に示す。5層目は、4層目よりも切削エネルギー向上を図った。両熱電対温度計で2度目の途中から徐々に温度が上昇したが、上昇傾向は緩やかであり、噴射が到達したと判断し難い。6層目は5層目の結果を受け、5層目と同様仕様で、切削時間を確保するためにポストジェット1回当たりの時間を変化させた。その結果、R4,000mm熱電対温度計で1度目、R4,250mm熱電対温度計で3度目に温度上昇が確認でき、噴射が到達したと判断した。

4.2 コア採取率

図-3のNo.1~No.3で採取した造成長分のオールコアを写真-1に示す。6層目および決定仕様で造成した層（赤枠）に着目すると、R3,450mmおよびR4,000mmにおけるコア採取率は100%であった。一方、R4,250mmは未改良部が点在し、コア採取率は60%程度であった。1層目~5層目についても、施工箇所から半径方向に遠ざかるに伴い、コア採取率が低下するという一般的な傾向を示した。

4.3 現場透水試験結果

現場透水試験はNo.4~No.6のボーリング孔を用い、改良体天端から約65cmの範囲を対象とした。試験状況を写真-2に、試験結果を表-1に示す。得られた透水係数は実施した全孔で要求品質を満足しており、平均値は $4.04 \times 10^{-9} \text{m/s}$ であった。改良径確認、コア採取率および現場透水試験の結果から、止水壁嵩上げ工事におけるR4,000mmの揺動施工仕様は6層目仕様とした。

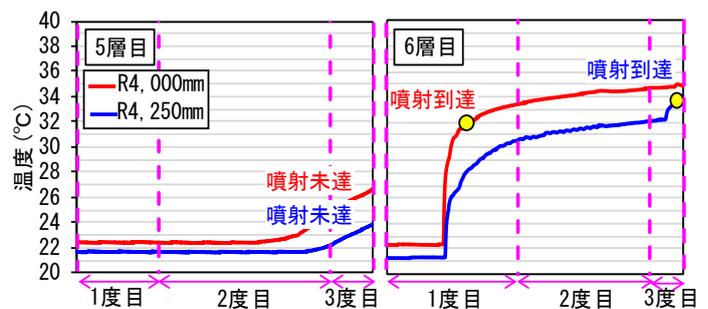
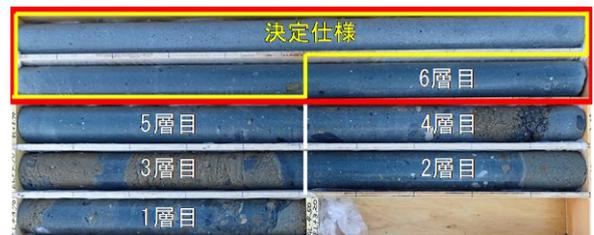
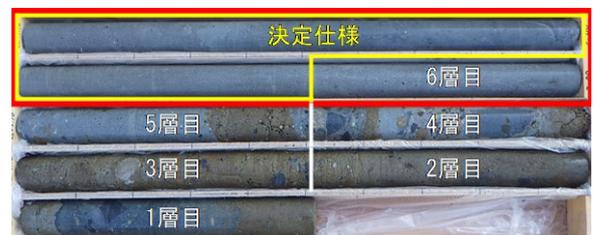


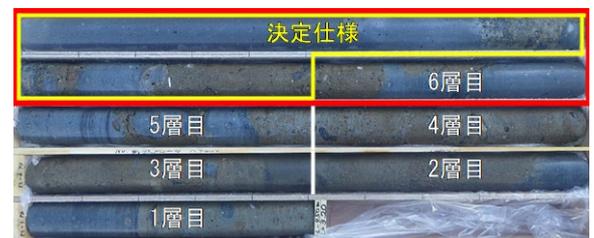
図-4 熱電対温度計計測結果



(a) No. 1 (R3,450mm)



(b) No. 2 (R4,000mm)



(c) No. 3 (R4,250mm)

写真-1 採取コア



写真-2 現場透水試験状況

表-1 現場透水試験結果

No.	透水係数(m/s)
4	3.87×10^{-9}
5	2.36×10^{-9}
6	5.88×10^{-9}
平均	4.04×10^{-9}

5. おわりに

今回、地盤改良体の出来形および要求品質を担保できる施工仕様を選定するために試験施工を実施し、従来よりも切削エネルギーと切削時間を確保することで、目標であったR4,000mmの改良体を造成できることを確認した。また、造成後の改良体は要求品質を満足しており、止水性を担保したJC工の施工仕様を選定した。止水壁嵩上げの実施工では、試験施工結果に基づいて設定した仕様で施工を行っていく。

参考文献

1) JETCRETE 工法協会；JETCRETE 工法技術・積算資料