

船迫窯跡の強化のための室内および現地引抜き試験について

佐賀大学理工学部

佐賀大学低平地研究センター

佐賀大学低平地研究センター

佐賀大学大学院工学系研究科

学生会員○藤崎 智英

F 会員 林 重徳

正会員 杜 延軍

学生会員 柴 新軍

1. はじめに

福岡県築城町に所在する船迫窯跡を強化保存する方法の検討を進めている。平成 13 年 8 月、現地窯跡付近に地山を掘削して模擬窯を作製し、3 種類の薬液注入による地盤強化の現場実験を行った。そして一年後の平成 14 年、薬液注入後の模擬窯を発掘調査し、珪酸エチルエステルが最も本施工に適している事が明らかになった。(以下、珪酸エチルエステルを薬液とする。) また地盤と窯跡の崩壊を防ぐため、芯材を用いて窯跡の焼結部と注入固結部を連結し、地盤と一体化する方法を検討している。そこで土と芯材の間に埋めるためグラウト材(水+セメント+膨張材)を孔中に注入し(図 1)、芯材の引抜き試験を行った。なお膨張材を使用したのは、セメントが収縮する可能性があるためであり、グラウト材の体積比 0~7%を使用する。

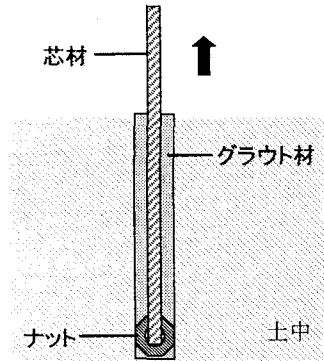


図-1 引抜き試験の概略図

2. 船迫模擬窯における引抜き試験

2.1 試験概要

平成 13 年に作製した模擬窯内注入固結部に電気ドリルで $\phi 7\text{mm}$ の孔を開け、芯材としてステンレス製のボルト(L300mm、 $\phi 3\text{mm}$)(末端にナット有 or 無) またはステンレスワイヤー(L300mm、 $\phi 1\text{mm}$)を差込み、グラウト材(膨張材含有率 0~7%)を孔中に充填し、3 ヶ月養生後、芯材の引抜き試験を実施した。

2.2 試験結果と考察

膨張材含有率 0%における試験結果を図-2 に示す。図-2 より、現地盤に比べ固結部の方が遥かに引抜き強度が高く、薬液による効果があると言える。また、ボルトとステンレスワイヤーでは、ワイヤーが途中で切断されたため、ボルトの方が引抜き強度が高い。また、同じ引抜き抵抗 0.75kN でのワイヤーの変位は、ボルトの変位に比べて格段に大きい。これは、ワイヤー自体の伸び、及びグラウト材との剥離が生じているためと考えられる。従って、芯材にはボルトが適すると言える。一方、ナットの有無、または膨張材の影響に関しては、地盤の状態による影響が強いため考慮できず(含水比や風化による劣化等の影響が強い)、室内実験にて判断する事とする。

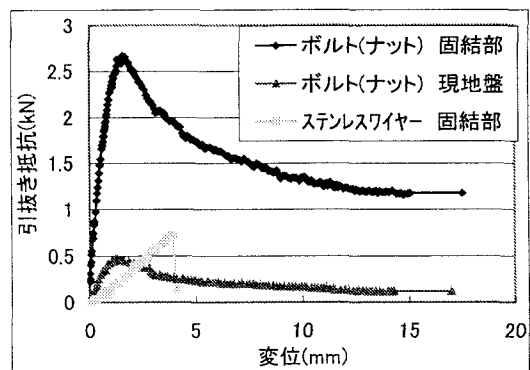


図-2 船迫模擬窯における引抜き試験

3. 室内における引抜き試験

3.1 試験概要

船迫模擬窯付近で採取した土を試料とし、固結体(薬液有)は填充率 18%となるよう薬液を試料に混ぜて塩ビパイプ(H150mm、 $\phi 154\text{mm}$)に入れ、現地盤と同じ乾燥密度 $\rho_d 1.3\text{g/cm}^3$ になるように締め固めて供試体を作製した。次に供試体上面中央に $\phi 7\text{mm}$ の孔を開け、グラウト材(膨張材含有率 0、1、3、5、7%)を孔中に充填し、芯材としてボルト(L220mm、 $\phi 3\text{mm}$)(末端にナット有 or 無)またはステンレスワイヤー(L300mm、

φ1.2mm)を土中150mm差込み、芯材の引抜き試験をそれぞれ2、3回ずつ実施した。各々の引抜き強度と変位15mm時の引抜き抵抗の平均値を図-4、5に示す。今回、図-4の試験は、薬液混合から約30日養生後グラウト材を充填し、その後約30日養生後試験を開始したもので、図-5の試験は、薬液混合から1日養生後グラウト材を充填し、その後約60日養生後試験を開始したものである。この事で引抜き強度の発現過程に違いが生じたものと推察される。図-3より、30日後グラウト材を充填した方は芯材とグラウト材の間にスベリが生じ、強度は急に下がっている。これは、グラウト材充填時に土の含水比が下がっており、グラウト材内の水分が土中に分散して十分にセメントが固化されなかった為だと思われる。一方1日後グラウト材を充填した方は芯材(ナット含む)とグラウト材が一体となり、グラウト材と周囲の土の間でスベリが生じ、強度は穏やかに下がっている。この場合にはナットの効果は出ないと思われる。

3.2 試験結果と考察

図-4より、実験室内においても、薬液の有無での比較は、船舶模擬窯と同様の結果が得られた。また、ナットの有無では、引抜き強度にはあまり違いがないが、変位15mm時における残留引抜き抵抗はナット有の方が高く、ナットの効果があると言える(グラウト材充填時に地盤の含水比が低い場合)。

図-5より、膨張材含有率が変化しても引抜き抵抗はあまり変化しないと言える。しかし、膨張材によりグラウト材が膨張しすぎて供試体内部の土を破壊してしまう恐れがあるので、膨張材を用いる際は1%程度が妥当だと思われる。

4. まとめ

船舶模擬窯と室内実験において芯材の引抜き試験を行った結果をとりまとめる。

- 1) 珪酸エチルエステルによる効果がある。
- 2) 芯材にはステンレスワイヤーよりボルトが適する。
- 3) グラウト材充填時に地盤の含水比が低い場合にナットの効果がある。本施工の際は、地盤内の含水比が低い場合も想定して、ナットを用いる方が良い。
- 4) 膨張材を用いる際は1%程度が妥当である。

(参考文献)

- 1) 土質工学会：単杭の周面摩擦抵抗、土質工学ハンドブック、pp556-560、1982
- 2) 「船舶模跡の強化保存のための現地模型窯実験」、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、ppA350-351、2002

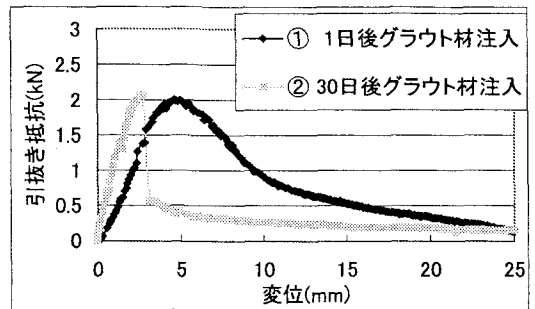


図-3 養生方法による引抜き抵抗の発現過程の違い

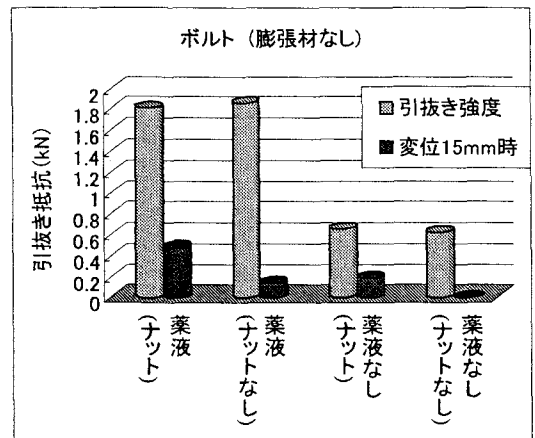


図-4 条件の異なる場合の引抜き抵抗の比較

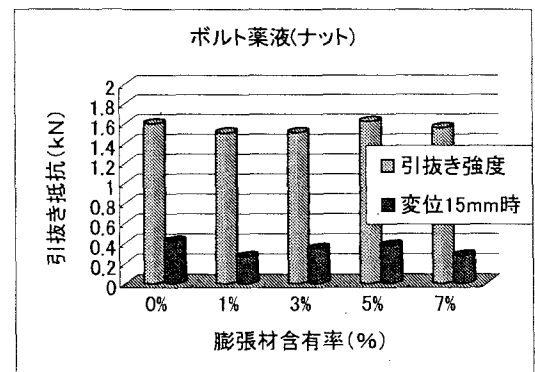


図-5 膨張材含有率の異なる場合の引抜き抵抗の比較