



ハノイ市における繊維質材料混合流動化処理土の埋戻し地盤への適用に関する研究

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2015-12-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: ズウオン, クワン フン メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15118/00005132

氏名	ズウオン クワン フン DUONG QUANG HUNG
学位論文題目	Study on Application to Backfilling Ground by Liquefied Stabilized Soil Mixed with Fibered Material in Hanoi City (ハノイ市における繊維質材料混合流動化処理土の埋戻し地盤への適用に関する研究)
論文審査委員	主査 教授 木 幡 行 宏 教授 土 屋 勉 准教授 川 村 志 麻

論文内容の要旨

本研究は、今後、ベトナム、ハノイ市において、繊維質材料混合流動化処理土を埋戻し地盤に適用することを目的として施されたものである。本研究による実験的・解析的な種々の検討、及び、本研究の範囲で得られた結果を整理すると、以下の通りである。

- 1) 繊維質材料混合流動化処理土の強度・変形特性に及ぼす時間依存性の影響について検討するために、一連の圧密非排水三軸圧縮試験（CUB 試験）を、軸ひずみ速度を一定、軸差応力一定、軸ひずみ速度を単調載荷中に変化させる条件で実施した。供試体は、繊維質材料を 0, 20 kg/m³ で添加し、養生日数 28, 56 日として、それぞれ作製された。実験結果から、養生日数に関わらず、軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ ε_a 関係に及ぼす時間依存性の影響は少ないことが明らかにされた。
- 2) 繊維質材料をそれぞれ、0, 20 kg/m³ で添加し、養生日数を 28, 58 日として作製された室内および原位置供試体による繊維質材料混合流動化処理土の三軸せん断特性の比較・検討を行った。原位置供試体は、モデル地盤からブロックサンプリングにより採取して作製され、室内供試体は原位置供試体と同じバッチで室内養生して作製された。一連の CUB 試験を実施した結果、繊維質材料混合流動化処理土の $q \sim \varepsilon_a$ 関係において、室内養生供試体に比べ、現場養生供試体のほうが最大軸差応力 q_{\max} が、概ね大きくなる傾向にあること、また、現場養

生供試体においても、繊維質材量を混合するとピーク後の脆性的性質が改善されることが明らかとなった。

- 3) 繊維質材料で補強された埋戻し地盤の原位置剛性を検討するために、養生日数 28, 56, 及び 84 日において、小型 FWD 試験を埋戻し地盤に対してそれぞれ実施した。地盤の剛性は、小型 FWD 試験から得られる地盤反力係数 $K_{P,FWD}$ 値から算出される変形係数 $E_{P,FWD}$ によって検討した。また、 $E_{P,FWD}$ と、繊維質材料混合流動化処理土の $q \sim \epsilon_a$ 関係から得られる接線変形係数 E_{tan} を比較・検討する目的で、モデル地盤からブロックサンプリングによって得られた供試体に対して、一連の CUB 試験を実施した。その結果、 $K_{P,FWD}$ 値によって、繊維質材料で補強された流動化処理土地盤の剛性評価が可能であることが明らかにされた。
- 4) ハノイ地下鉄 3 号線を例としてベトナム基準に準拠した鉄道トンネルにおける列車振動の予測手法を提案した。2 次元 FEM 解析により、トンネルから地表面への列車振動伝播を計算した結果、振動速度から振動速度レベルを評価することが可能であり、提案手法が列車振動予測に適用可能であることが明らかにされた。
- 5) 提案手法により、開削トンネルの埋戻し材料として流動化処理土を用いた場合、列車振動が軽減されることが明らかとなった。これは、流動化処理土の適用方法における新たな利点であり、列車振動の軽減に対する有効な対策の一つになると考えられる。

ABSTRACT

In this study, the applicability to back fill ground by Liquefied Stabilized Soil (LSS) mixed with fibered material in Hanoi city of Vietnam has been investigated. Research works including experiment and analysis have been conducted simultaneously aiming to promote the application of LSS in Vietnam in the coming time.

(1) Effect of time-dependency on strength and deformation characteristics of LSS mixed with fibered material was evaluated. A series of Consolidated–Undrained triaxial compression tests with measured pore water (CUB tests) under the various conditions at constant strain rates, constant deviator stress, and strain rates changed during monotonic loading have been carried out for LSS mixed with fibered material content of 0 and 20 kg/m³ at curing time of 28 and 56 days, respectively. Based on the test results, it was found that the effect of time-dependency is not seen in stress-strain curve

independently of curing time.

(2) The difference in triaxial shear property of LSS mixed with fibered material cured in laboratory and at field was investigated to be carried out a series of CUB tests for both specimens of LSS mixed with fibered material amount of 0 and 20 kg/m³ prepared by trimming LSS retrieved from a model ground by block sampling and cured in laboratory at curing time of 28 and 56 days, respectively. Based on the test results, it was found that the maximum deviator stress in $q \sim \varepsilon_a$ relations of LSS mixed with fiber material cured at field tend to be larger than that cured in laboratory, and the brittle property of LSS after the peak in $q \sim \varepsilon_a$ relations has been improved to ductile property by the addition of fiber material even in field.

(3) In-situ stiffness of backfilling ground reinforced with fiber was investigated by using of portable Falling Weight Deflectometer at curing time of 28, 56 and 84 days, respectively. The stiffness was estimated by Young's modulus $E_{P.FWD}$ calculated from $K_{P.FWD}$ -value. In parallel, in order to comparing with the tangent Young's modulus E_{tan} obtained from $q \sim \varepsilon_a$ relations, a series of CUB tests have been carried out for specimens prepared by trimming LSS retrieved by block sampling from the model ground. It is considered that the $K_{P.FWD}$ -value is able to be estimated the stiffness of backfilling ground by LSS reinforced with fibered material.

(4) A procedure for prediction of train-induced vibration from railway tunnels in conformity with criteria of Vietnam has been established as an example for Hanoi metro line No.3. The vibration propagation from the tunnel into the ground surface was analyzed by the 2-D FEM. The numerical results in terms of vibration velocity allow estimating the vibration velocity level, and then it is applicable to the prediction of train-induced vibration.

(5) Using the established procedure, it is found that the train-induced vibration decreases when LSS for backfill ground of cut and cover tunnel is used. This will be a new advantage. Then, it is considered that the application to backfilling ground by LSS become one of effective measure for mitigation of the train-induced vibration.

論文審査結果の要旨

本研究は、今後、ベトナム、ハノイ市において、繊維質材料混合流動化処理土を埋戻し地盤に適用することを目的として施されたものである。本研究による実験的・解析的な種々の検討、及び本研究の範囲で得られた結果を整理すると、以下の通りである。

1) 繊維質材料混合流動化処理土の強度・変形特性に及ぼす時間依存性の影響について検討するために、一連の圧密非排水三軸圧縮試験（CUB 実験）を、軸ひずみ

速度を一定，軸差応力一定，軸ひずみ速度を単調载荷中に変化させる条件で実施した。供試体は，繊維質材料を 0, 20 kg/m³で添加し，養生日数 28, 56 日として，それぞれ作製された。実験結果から，養生日数に関わらず，軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ ϵ_a 関係に及ぼす時間依存性の影響は少ないことが明らかにされた。

2) 繊維質材料をそれぞれ，0, 20 kg/m³で添加し，養生日数 28, 58 日として作製された室内および原位置供試体による繊維質材料混合流動化処理土の三軸せん断特性の比較・検討を行った。原位置供試体は，モデル地盤からブロックサンプリングにより採取して作製され，室内供試体は原位置供試体と同じバッチで室内養生して作製された。一連の CUB 試験を実施した結果，繊維質材料混合流動化処理土の $q \sim \epsilon_a$ 関係において，室内養生供試体に比べ，現場養生供試体のほうが最大軸差応力 q_{max} が，概ね大きくなる傾向にあること，また，現場養生供試体においても，繊維質材料量を混合するとピーク後の脆弱的性質が改善されることが明らかとなった。

3) 繊維質材料で補強された埋戻し地盤の原位置剛性を検討するために，養生日数 28, 56, 及び 84 日において，小型 FWD 試験を埋戻し地盤に対してそれぞれ実施した。地盤の剛性は，小型 FWD 試験から得られる地盤反力係数 $K_{P,FWD}$ 値から算出される変形係数 $K_{P,FWD}$ 値によって検討した。また $K_{P,FWD}$ と，繊維質材料混合流動化処理土の $q \sim \epsilon_a$ 関係から得られる接線変形係数 E_{tan} を比較・検討する目的で，モデル地盤からブロックサンプリングによって得られた供試体に対して，一連の CUB 試験を実施した。その結果， $K_{P,FWD}$ 値によって，繊維質材料で補強された流動化処理土地盤の剛性評価が可能であることが明らかにされた。

4) ハノイ地下鉄 3 号線を例としてベトナム基準に準拠した鉄道トンネルにおける列車振動の予測手法を提案した。2 次元 FEM 解析により，トンネルから地表面への列車振動伝播を計算した結果，振動速度から振動速度レベルを評価することが可能であり，提案手法が列車振動予測に適用可能であることが明らかにされた。

5) 提案手法により，開削トンネルの埋戻し材料として流動化処理土を用いた場合，列車振動が軽減されることが明らかとなった。これは，流動化処理土の適用方法における新たな利点であり，列車振動の軽減に対する有効な対策の一つになると考えられる。

これらの成果から，本論文はハノイ市における繊維質材料混合流動化処理土の埋戻し地盤への適用に関する研究に大いに貢献するものである。よって，博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。