

地盤改良体山留め壁の載荷実験計画策定のための予備解析

(株)加藤建設 正会員 ○久米 悠太
(株)加藤建設 正会員 菅野 航太

1. はじめに

鋼製芯材を配置した地盤改良体山留め壁において、既往の鋼製芯材間改良体の抜け出し照査では、圧縮応力度の検討により芯材間隔の最大値が大きく制限されるが、一方 FEM 解析では圧縮破壊が生じないため、合理的な設計方法を確立する目的で、芯材間の改良体の挙動を確認する載荷実験(以下、前回実験¹⁾と称す)を実施した。

前回実験では圧縮応力度の検討が過度に安全側であることは確認できたが、実験結果や事後 FEM 解析より、実験の不確定要素が明らかとなったため、今回はより条件の単純な載荷を計画した。

本稿では、載荷実験計画のための解析及び実験条件について報告する。

2. 前回実験の結果及び考察

前回実験の供試体状況を図-1 に示す。

前回実験での載荷重は表-1 に示すように、圧縮応力度の検討で決定される限界荷重の3倍程度まで載荷でき、既往設計が過度に安全側の検討であると確認できたが、芯材間中央の改良体が抜け出すことで破壊に至ると想定していたのに対し、図-2 に示すように芯材付近でせん断面が生じる結果となった。

このため、事後解析で確認したところ、気中での実験で周囲の拘束圧が無い場合、改良体が破壊後に強度低下することが、最大荷重に大きく影響すると懸念された。また、等分布荷重に近似するよう設定した2点載荷では、図-3 に示すように改良体内部に生じる応力分布が異なることを確認した。

以上より、載荷実験において設計で想定している鋼製芯材間改良体の抜け出し現象を模擬することがかなり困難であることを確認したため、今回の実験では、より単純な破壊モードとなるよう留意した載荷条件とし、FEM 解析のモデルの適用性を確認することを主目的とする計画とした。

3. 今回実験について

FEM 解析の整合性を確認することを主目的としているため、実験の載荷条件等は単純で明確なものとし、Mohr-Coulomb だけでなく改良体破壊後の強度低下を考慮できる解析モデルの必要性も検討することとした。

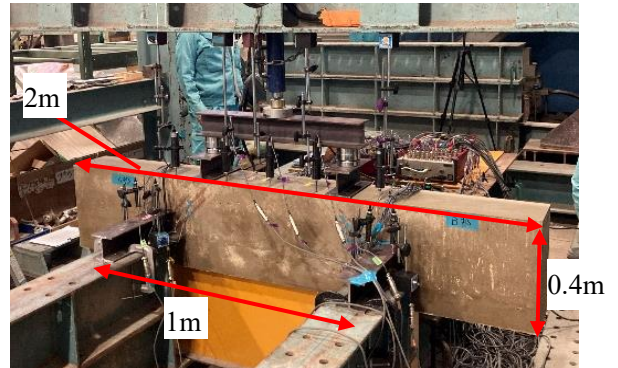


図-1 供試体全景 (前回実験)

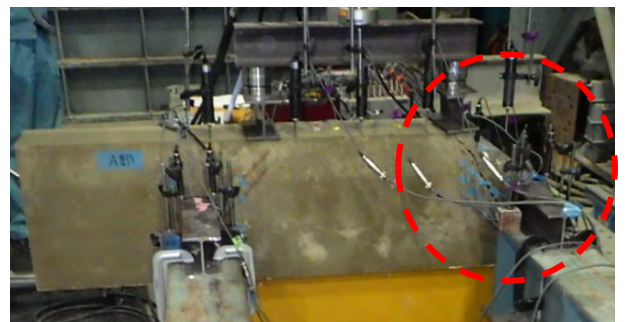
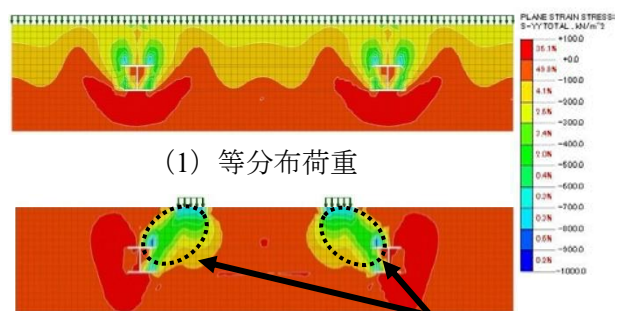


図-2 試験後供試体破壊状況 (前回実験)

表-1 載荷重一覧 (前回実験)

	荷重値 (kN)	荷重比 (実験値との比較)
前回実験	19.4	—
圧縮応力度の検討 (計算値)	5.6	0.3



(1) 等分布荷重

応力が集中

(2) 2点載荷(実験条件)

図-3 各種荷重条件での応力状態

キーワード：地盤改良、ソイルセメント地下連続壁、山留め工法、載荷実験

連絡先：〒136-0072 東京都江東区大島 3-19-2 (株)加藤建設ジオテクノロジー事業部企画開発部 TEL03-3637-5341

3-1. 解析条件

解析は、図-4 に示す解析モデルを用いた 3DFEM 解析にて行った。

載荷方法は、実験条件を単純化し、改良体が破壊後に強度低下することの影響を確認しやすい条件とする為、芯材間中央での 1 点載荷とした。

改良体破壊後の強度低下に関しては、Mohr-Coulomb 降伏関数を利用して、破壊後の硬度/軟化挙動が設定可能な CWFS モデル²⁾を適用した。

改良体破壊後の軟化挙動は、図-5 に示すように周囲からの拘束圧が無いことから、破壊後に急激な強度低下となるように設定した。

今回の解析では表-2 に示す改良体や鋼製芯材の各諸元は、前回実験の仕様を引用し、改良体を MC と CWFS それぞれのモデルに設定した際の解析結果の比較から、破壊後の強度低下の影響を確認した。

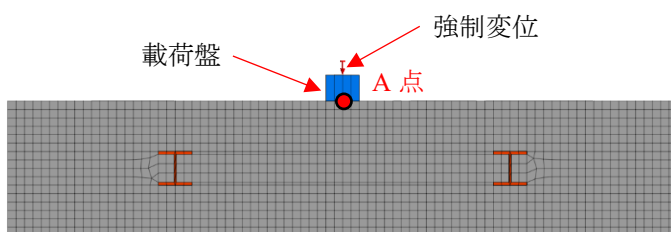


図-4 解析モデル

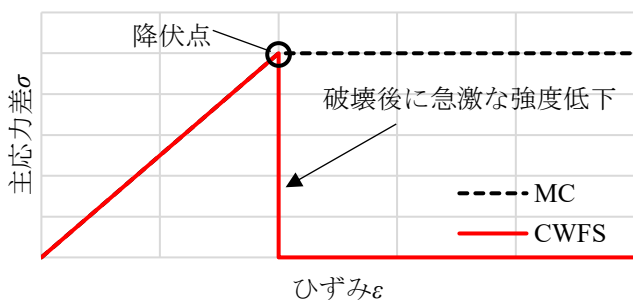


図-5 軟化挙動の模式図

表-2 解析諸元一覧

	項目	諸元値
鋼製芯材	芯材規格	H100×100
	芯材間隔 D(m)	1.0
改良体	形状	全長 2.0m×幅 0.4m
	圧縮強度 q_u (kN/m ²)	1,000
	引張強度 σ_t (kN/m ²)	100

《参考文献》

1)久米他：地盤改良体山留め壁の鋼製芯材間改良体照査の実験条件,土木学会第 76 回年次学術講演会,令和 3 年 9 月

2)MIDAS : GTS-NX ANALYSIS MANUAL P228

3-2. 解析結果

図-4 に示す A 点に着目した際の変形量と荷重の関係を図-6 に示す。荷重値は CWFS では 12kN と MC の 33kN と比べ荷重値が 1/3 程度となり、この解析結果からも改良体破壊後の強度低下が載荷最大荷重値に大きく影響を与えることが分かった。

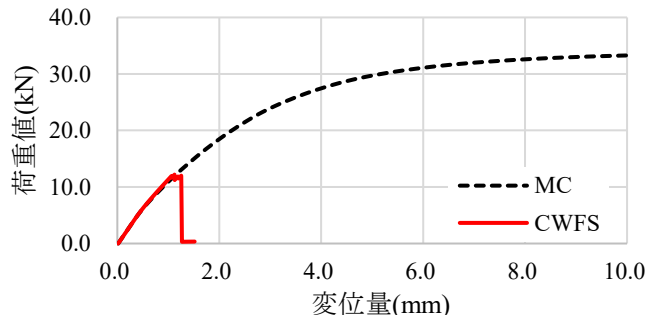


図-6 荷重-変形関係図

3-3. 実験条件

実験条件は、図-7 に示す実験モデルのように解析と同じ載荷条件にて設定した実験を予定している。

載荷実験は、外部変位計やひずみゲージを用いて改良体に生じる変形状態や応力状態を計測し、FEM 解析結果との比較より、改良体破壊後の強度低下を考慮したモデルの必要性を確認する予定である。

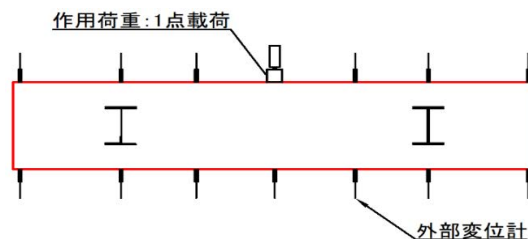


図-7 実験モデル

4. まとめと今後の展望

- (1) 前回実験より、設計で想定している等分布荷重による鋼製芯材間改良体の抜け出し現象を載荷実験で模擬することが困難であることが分かった。
- (2) (1)より、実験条件を単純化し、FEM 解析の整合性を確認する計画とした。
- (3) FEM 解析では、前回実験より懸念された改良体破壊後の強度低下を考慮した解析を実施し、作用荷重値に影響があることを確認した。
- (4) 今後予備解析より決定した仕様の模型実験を実施し、実験結果より FEM 解析の整合性確認を予定している。