

B-35

場所打ち杭施工時の山留め壁変位のシミュレーションによる FEM 解析モデルの検討

Study of FEM Analysis Model Simulated Earth Retaining Wall of Cast-in-Place Pile during Construction

○森垣大佳¹, 安達俊夫², 下村修一³, 葉山裕貴⁴

*Taika Morigaki¹, Toshio Adachi², Shuichi Shimomura³, Yuuki Hayama⁴

Abstract: In this paper, we present a simulation of the measured value of earth retaining wall displacement due to the pile working using FEM. As a result, the analysis value with the measured value indicates a good response, and confirmed how to set the deformation modulus of the ground.

1. はじめに

一般に山留め壁の設計では、根切り前の地盤改良や杭の施工による影響について検討することは少ない。山留め設計施工指針(以下、指針)¹⁾では、軟弱地盤において場所打ちコンクリート杭の施工面積が根切り面積の 10%を超えると既設の山留め壁に障害を及ぼす危険性があることを指摘している。しかしながら、指針では山留め計画を行うにあたっての具体的な検討方法を示すまでには至っていないことや杭の施工面積が小さいケースでの影響程度が不明なことなど、山留め計画に資する知見の蓄積が必要と考えられる。

そこで、本論文では既往の研究²⁾に記載されている工事概要を基に、場所打ちコンクリート杭施工時の山留め壁の実測変位を FEM 解析を用いてシミュレーションを行い、今後の解析を行うにあたっての地盤物性値の設定方法を検討した。

2. 解析概要

Fig.1, Fig.2 に解析対象の地盤柱状図, 工事概要と杭の配置図を示す。モデル化した計測パネル No.2

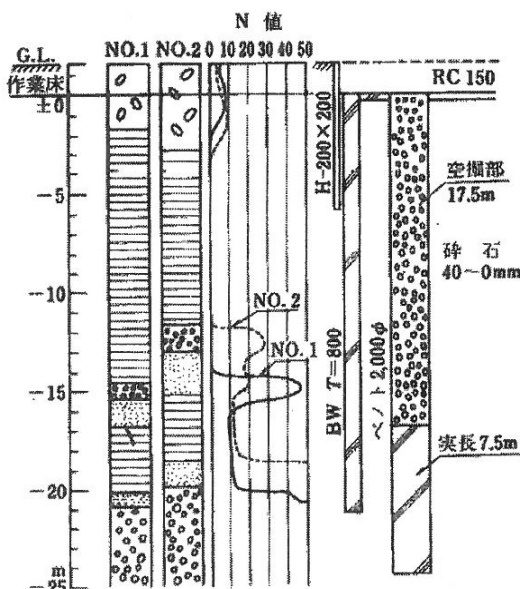


Fig.1 Ground Profile and Construction Outline

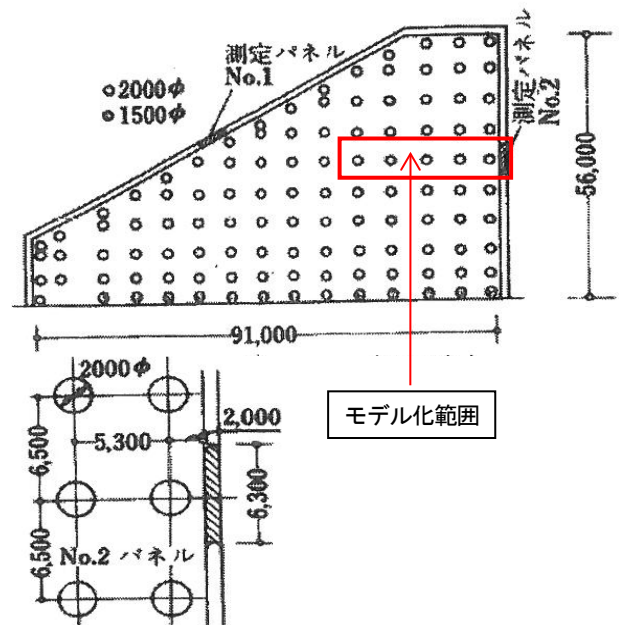
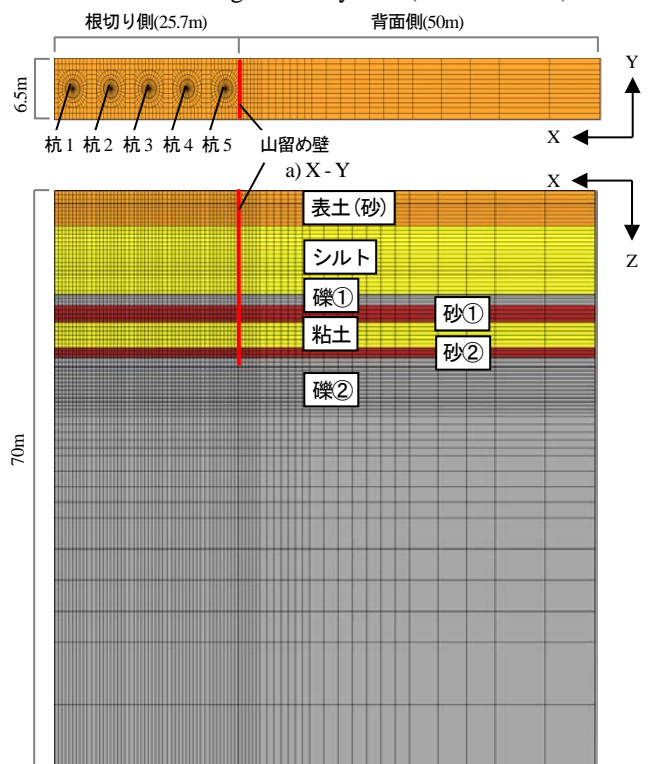


Fig.2 Pile Layout (文献²⁾に加筆)



b) X-Z
Fig.3 Analysis Model

1: 日大理工・院・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: 日大生産工・教員・建築工 4: 日大理工・学部・建築

付近の地盤は、深度 3~11m 付近までが比較的軟弱なシルト層、深度 19m 以深は N 値 50 以上の礫層となっている。

Fig.3 に解析モデルを示す。Fig.2 中の赤枠を今回の解析対象とし、解析モデルは深さ 70m、短辺方向 6.5m、長辺方向 75.7m である。杭は杭径 2m、杭長 25m、砂礫層に 5m 根入れされている。杭間隔は 5.3m で杭 5 本分を山留め壁から遠い順に杭 1~杭 5 としてモデル化した。山留め壁は RC 連壁、壁長は 21m である。境界条件は底面全方向拘束、側面外方向拘束とした。

Table1 に各層の地盤物性と各層の層厚を示す。地盤の変形係数 E は粘着力 C 及び N 値を参考に、粘土層、シルト層については $E=210 \times C$ (kN/m²)、砂層と砂礫層については $E=28 \times N$ (kN/m²) で設定した。杭施工は杭 1 から杭 2、杭 3、杭 4、杭 5 の順で施工した。以下に解析手順を示す。

- ①杭施工前の初期応力の算出
- ②すきとり部掘削(1.6m)
- ③山留め壁設置
- ④杭 1 の要素を除去(杭孔掘削)
- ⑤杭部コンクリート(未固化)打設(7.5m)
- ⑥埋戻し(17.5m, N 値 6)
- ⑦杭部コンクリート固化
- ⑧杭 2~5 について④~⑦の手順を繰り返す

3. 解析結果

Fig.4 a)に各杭施工後の山留め壁変位を示す。同図より、杭 5 掘削後の解析値と実測値を比較すると概ね変形モードは同じであるが、解析値の方が変位が大きく、山留め壁頭部では約 8mm 大きい。本解析では、深度 19m 以深の礫層は N 値 50 以上であるが、N=50 として変形係数を設定した。そのため、礫層での実測値の水平変位及び傾斜は 0 に対して、解析値ではこれらが出ており、この影響が実測値と解析値の違いに表れたと考えられる。そこで、山留め壁自体の傾斜分と移動分の補正を試みた。

補正方法は、解析値の礫層の範囲の傾き(図中の黒破線)を取り、その線の深度方向に対応する値を解析値から引いた。Fig.4 b)に補正結果を示す。補正後の解析値と実測値を比較すると、変形モード、山留め壁変位共に良い対応を示した。

4. おわりに

本論文では、FEM を用いて場所打ちコンクリート杭施工時の山留め壁変位の実測値のシミュレーションを行った。その結果を以下に示す。

- ・実測値と解析値を比較すると、変形モードは同じだが解析値の方が変位が大きく、山留め壁下端で傾斜が出た。
- ・山留め壁変位の解析結果について、傾斜分と水平変位分の補正を行うと変形モード、山留め壁変位は実測値と概ね良い対応を示した。
- ・今回の解析ケースでは、一般的な地盤物性の設定方法で概ね実測値をシミュレーションできることが確認できた。

今後は他の解析ケースで同様の検討を行うとともに、広範囲な杭の施工条件についてケーススタディを行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：山留め設計施工指針，2002
- 2) 花村ら：山留め壁に対するベントぐい掘削の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1747-1748，1976.10

Table1 Ground Properties

地層名	層厚 (m)	N値	粘着力 C(kN/m ²)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比	変形係数 E(kN/m ²)
表土(砂)	2.9	7	-	18	0.33	19600
シルト	8.8	0	6.25	16	0.45	1310
礫①	1.4	22	-	20	0.33	61600
砂①	2.2	17	-	18	0.33	47600
粘土	3.2	12	750	16	0.45	157500
砂②	1.3	49	-	18	0.33	137200
礫②	5.2	50	-	20	0.33	140000

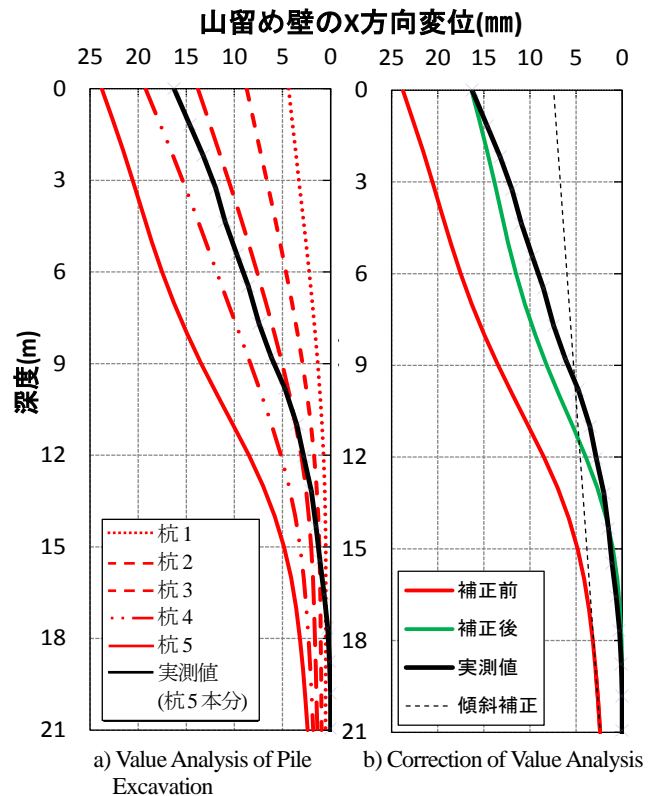


Fig.4 Analysis Value