

B-48

場所打ち杭施工時と根切り時の山留め壁挙動の比較の検討

A study by comparison of earth retaining wall behavior of excavation and cast-in-place pile during construction

○葉山裕貴¹, 安達俊夫², 下村修一³, 森垣大佳⁴

*Yuuki Hayama¹, Toshio Adachi², Shuichi Shimomura³, Taika Morigaki⁴

Abstract: This paper is intended the accumulation of knowledge that will contribute to the earth retaining wall plan. Study to see how the primary excavating and post-excavation of pile digging hole affects the earth retaining wall for the behavior of the comparison. As a result the pile digging affects the earth retaining wall behavior materially.

1. はじめに

現在行われている山留め壁に関する研究の多くは、各次根切り時における土圧の変化や山留め壁の変位についての研究である。一方で、杭施工時や地盤改良時での研究はほとんどされていない。山留め設計施工指針¹ (以下、指針とする)には、杭打設面積の割合が全施工面積の 10% を超える場合は山留め壁への影響大と記載されている。杭の施工面積が小さいケースにおける山留め壁への影響の程度は不明である。杭径や杭長、杭間隔、工法などの違いの影響も不明である。指針には山留め設計計画において、杭施工時の具体的な検討方法は示されていない。実際の山留め工事の現場においては、杭施工時に発生した山留め壁の変位、変形に対する何らかの対応をその場で対策を考え施工している現実がある。そのため、指針では示されていない杭施工に関する山留め計画に資する知見の蓄積が必要と考えられる。

本論文ではその第一段階として、3次元線形 FEM 解析を用いて、場所打ちコンクリート杭施工時と 1次根切り時の山留め壁の挙動を比較した。本論文では、杭施工時と 1次根切り後の山留め壁挙動について解析し、同条件で杭周地盤剛性を低下させた場合も解析した。その結果をそれぞれ比較することで杭施工時における山留め壁挙動への影響と杭周地盤剛性低下の影響について報告する。

2. 解析概要

Fig.1 に解析モデルを示す。杭間隔 8m、根切り幅 19m の根切り平面を想定し、杭間隔 1つ分をモデル化した。施工する杭は 2本で、山留め壁から遠い杭からそれぞれ杭 1、杭 2 とした。地盤は深さ 52m、短辺方向 8m、長辺方向 57.5m で、地層は 3層に分けた。境界条件は底面全方向拘束、側面外方向拘束とした。

Table1 に地盤物性を示す。地盤は沖積地盤を想定した地盤 A と地盤 A の粘土 B 層の変形係数を 5倍とした地盤 B の 2種類とした。

Table2 に解析ケースを示す。山留め壁はソイルセメント壁とし、壁長は 12m と 20m の 2種類とした。杭は径 1m、杭長 16m とし、砂礫層に 1m 根入れすることを想定した。また、場所打ちコンクリート杭の施工による杭周地盤の剛性低下を想定し、文献²を参考に杭外周及び杭下端から外側に 50cm の範囲の地盤の変形係数の値を 1/2 とした解析も行った。杭の施工は、杭 1 を先に施工した場合と杭 2 を先に施工した場合の 2 ケースとした。解析の手順を以下に示す。

- ①杭施工前の初期応力の算出
- ②山留め壁の設置
- ③杭 1 または杭 2 の要素を除去(杭孔掘削)
- ④掘削した杭孔部の埋戻し
- ⑤施工していない杭について③、④の手順を繰返し
- ⑥根切り側の地盤要素を深度 0~3m 除去

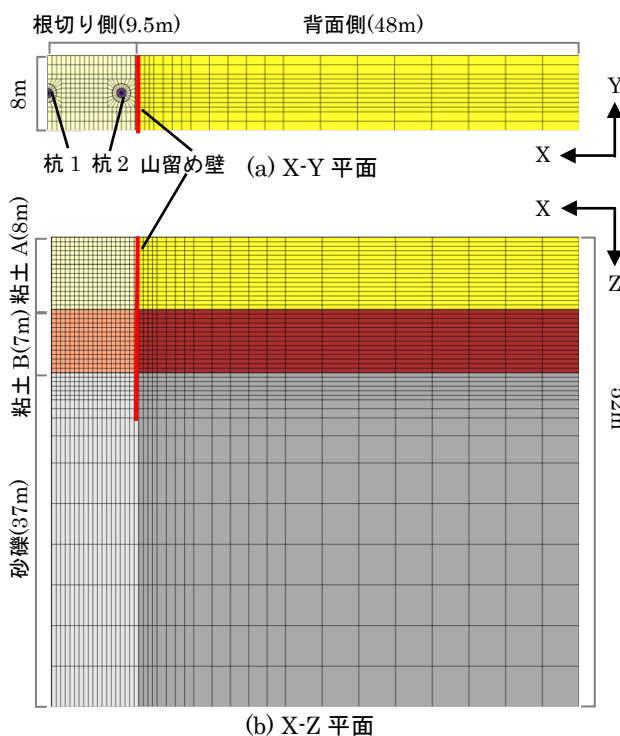


Fig.1 Analysis Model

Table1 Soil Parameter

下端深度 (m)	地層名	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比	変形係数(kN/m ²)	
				地盤A	地盤B
8	粘土A	16	0.45	6.30 × 10 ³	
15	粘土B	16	0.45	1.05 × 10 ⁴	5.25 × 10 ⁴
52	砂礫	20	0.33	1.40 × 10 ⁵	

Table2 Analysis Case

解析ケース	地盤	山留め壁		杭		杭周地盤剛性低下						
		壁長 (m)	曲げ剛性 (kN・m ² /m)	杭長 (m)	杭径 (m)							
A1-1-1	地盤A	12	8.23 × 10 ⁴	16	1	杭1	なし					
A1-2-1						杭2	なし					
A1-1-2						杭1	あり					
A1-2-2						杭2	あり					
A2-1-1						地盤B	20	8.23 × 10 ⁴	16	1	杭1	なし
A2-2-1											杭2	なし
A2-1-2	杭1	あり										
A2-2-2	杭2	あり										
B1-1-1	地盤B	12	8.23 × 10 ⁴	16	1						杭1	なし
B1-2-1											杭2	なし
B1-1-2						杭1	あり					
B1-2-2						杭2	あり					
B2-1-1						地盤B	20	8.23 × 10 ⁴	16	1	杭1	なし
B2-2-1											杭2	なし
B2-1-2	杭1	あり										
B2-2-2	杭2	あり										

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

3. 解析結果

Fig.2 に杭周地盤剛性を低下させない場合の杭 1 または杭 2 のみを掘削した後の山留め壁の X 方向の変位コンターを示す。山留め壁から遠い杭 1 を掘削した場合、掘削の下端を支点として根切り側地盤に倒れるような変形モードを示す。一方、山留め壁から近い杭 2 を掘削した場合、変形モードに山留め壁の中央部に最大変位が発生している特徴がある。山留め壁に近い位置での杭の掘削の影響が顕著に表れている。

Fig.3 に杭 2 本の杭孔掘削後と一次根切り後の山留め壁中央部の X 方向変位の深度分布を示す。同図には、杭周地盤剛性を低下させたケースの結果も併記した。杭孔掘削後の最大変位は地盤 A 壁長 12m のみ深度 12m であり、他のパターンでは深度 8m である。また、根切り後の最大変位は壁頭部に表れ、杭周地盤を剛性低下させた場合は低下させない場合に比べて杭掘削後では約 50%、根切り後では約 10% 変位が大きい。

Fig.4 に杭 2 本の杭孔掘削後の山留め壁中央部の X 方向変位を根切り時のそれと除した値の深度分布を示す。壁長 12m と壁長 20m での違いは顕著だが、地盤構成での違いはほとんどない。また、杭周地盤剛性を低下させた影響は杭孔掘削時に大きく影響する。

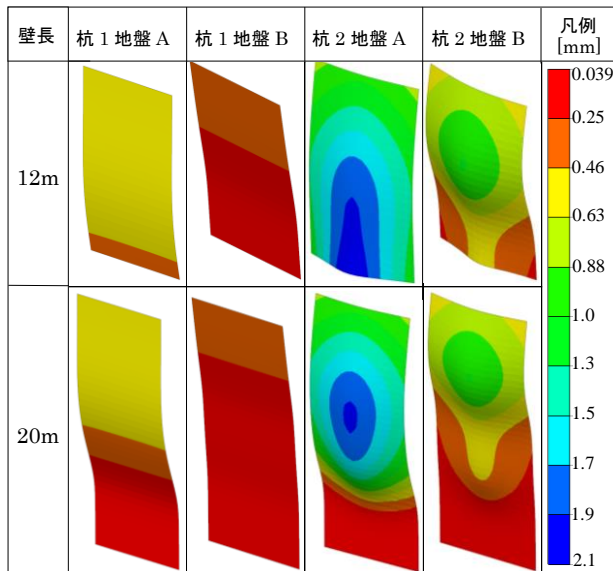


Fig.2 Contour of Earth Retaining Wall of Pile Digging

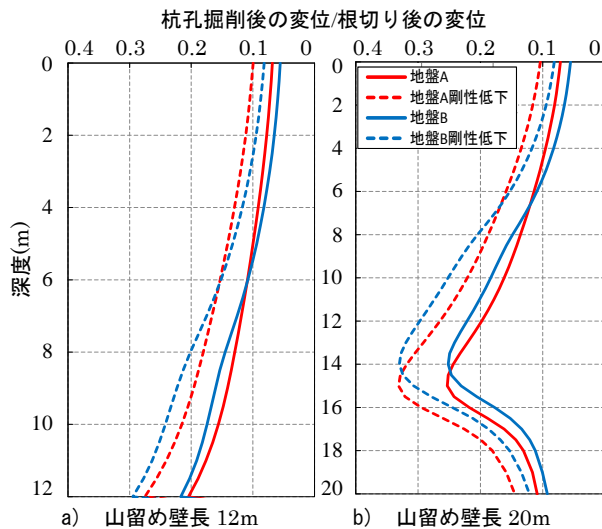


Fig.4 Ratio of X-way Displacement by Pile Digging and Excavation

Fig.5 に杭孔掘削後の山留め壁の最大変位を根切り後の山留め壁の最大変位で除したものを示す。根切り面積に対する杭の施工面積の割合が大きくなるほど杭孔掘削後の山留め壁の最大変位も大きくなる。解析条件より、根切り面積に対する杭の面積は 1% 程度であるが、根切り後の山留め壁の変位の 5~14% 程度の変位が杭孔掘削後に生じている。

4. おわりに

本研究の目的である山留めに関する知見の蓄積として、杭施工による山留め壁への影響について比較的小規模なモデルを用いて検討した。その結果、以下に示すことが分かった。

- ・杭施工後の山留め壁の挙動は、山留め壁と杭の長さ及び離隔距離の関係によって大きく異なる。
- ・杭周地盤剛性は杭掘削後の山留め壁挙動に大きな影響を及ぼす。

今後は、杭本数を増加した広範囲な杭の施工面積の条件について検討を進める予定である。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：山留め設計施工指針，2002
- 2) 坂口理：講座杭基礎の鉛直支持力を考える 4.杭の周面摩擦，土と基礎，Vol.28, No.4, pp.67~76, 1980

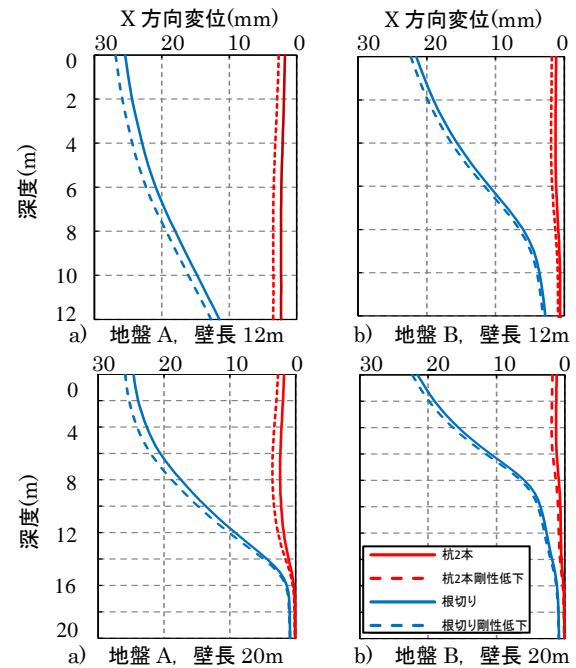


Fig.3 Depth Distribution of X-way Displacement by Pile Digging and Excavation

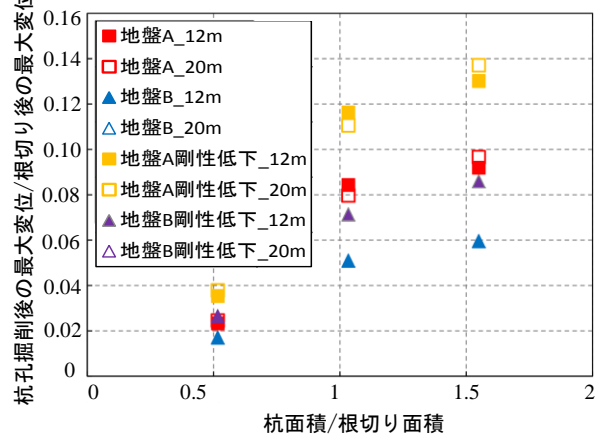


Fig.5 Relationship between Maximum Displacement and Area Ratio for Pile Digging by Excavation