

労働省産業安全研究所 正 豊澤 康男 堀井 宣幸 玉手 聡
 ライト工業（株） 池田 真弥
 武蔵工業大学 正 末政 直見

1. はじめに

掘削工事では、掘削深度の増加に伴い地盤・土留め壁の変形が進行し、場合によっては崩壊事故に至ることもある。本研究では、根入れが浅い場合の土留め矢板の変形や崩壊のメカニズムを解明するため、遠心模型実験を行い、崩壊パターンを観測するとともに矢板が受ける土圧の変化、地盤内部のひずみの発生状況等について調べた。

2. 遠心模型実験概要

試料容器（45x15x30cm）に含水比90%の状態に充分攪拌・脱気をしたカオリン（塑性指数13.5）を投入し、最大圧密圧力（1.5kgf/cm²）の下で最終圧密沈下量に到達するまで圧密した。これに溝等を成形し、矢板（肉厚2mmのアルミ板、土圧センサー（A～H）を装着）を溝壁面に沿わせて根入れ2又は4cmとなるように設置し模型地盤とした。実験D1、D5、D6では矢板上端部に一段の切梁を取付けた。実験D2～D4では切梁を取付けず自立式とした。実験条件・結果をまとめて表1に示す。実験D1、D2では、掘削過程を再現するため薄いゴムバックを溝部に設置し、その内部に満たした塩化亜鉛溶液を50Gの遠心場で排出する方法を用いた。溶液の排出は数回に分けて段階的に行った。実験D3～D6では崩壊に至るまで遠心加速度を上昇させた。遠心実験中に模型地盤の変形・崩壊状況を撮影し、その写真上の評点の変位に基づきひずみ等を算出した。

3. 実験結果及び考察

切梁を設置した実験D1、D5、D6では、根入れ付近の変形が大きくなり溝底部にいわゆる盤ぶくれが生じ、上端の切梁を中心として回転するように矢板下部が前方に変位し崩壊に至った。実験D6の遠心加速度40G、50G及び60Gの時点の模型地盤の様子を写真1に示す。40G前後で盤ぶくれが認められ（写真1a）、約50Gで矢板下端を始点として主働側、受働側に滑

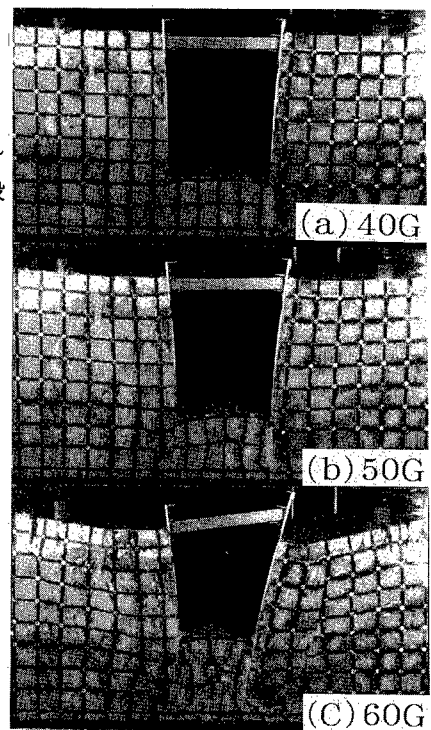


写真-1 崩壊状況（実験D6）

表-1 実験条件・結果

実験ケース名	溝・鉛直 斜面の別	掘削部の大きさ		根入れ 深さ(cm)	切梁の 有無	予圧密荷重 (kgf/cm ²)	備 考
		幅 (cm)	深さ (cm)				
D1	溝	5.0	13.0	2.0	有	1.5	50Gにおいて、液体排出による掘削シミュレーション実験
D2	溝	5.0	13.0	2.0	無	1.5	同 上
D3	鉛直斜面	—	13.0	2.0	—	1.5	Gの上昇による崩壊実験
D4	鉛直斜面	—	13.0	4.0	—	1.5	同 上
D5	溝	10.0	13.0	2.0	有	1.5	同 上
D6	溝	10.0	13.0	4.0	有	1.5	同 上

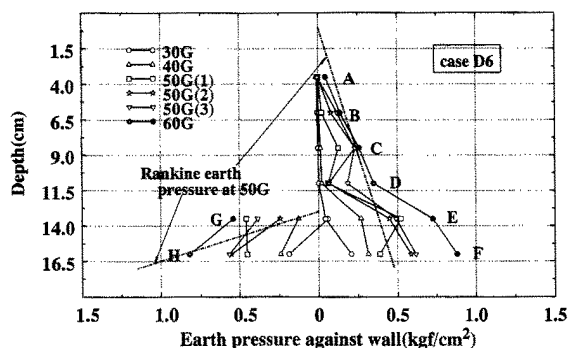


図-1 矢板にかかる土圧変化(実験D6)

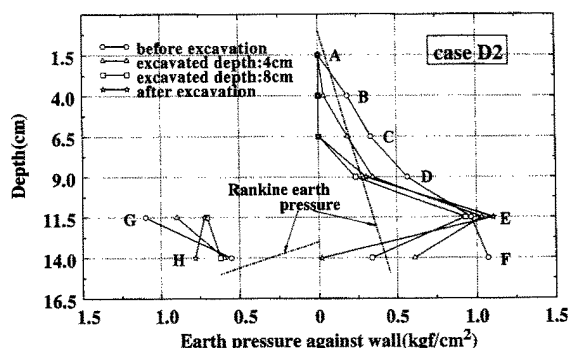


図-2 矢板にかかる土圧変化(実験D2)

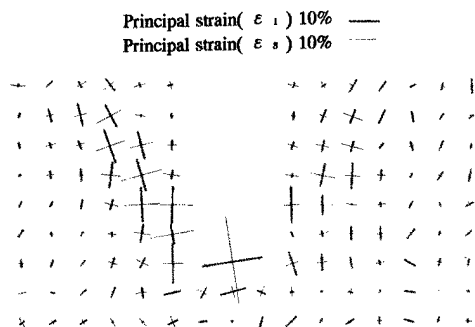


図-3 主ひずみの方向と大きさ(実験D1)

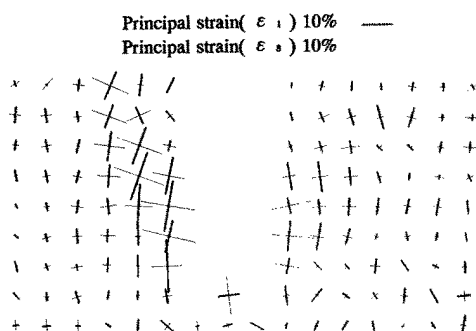


図-4 主ひずみの方向と大きさ(実験D2)

り線が発生し始めた(写真1b)。その後、根入れ部で挟まれた受働部の地盤は主に三つの三角形ブロックが形成され破壊に至った(写真1c)。根入れ深さが実験D6の半分の実験D1、D5では、受働部の地盤は押しつぶされるように変形した。一方、切梁を設置しなかった実験D2、D3及びD4では矢板が前方に倒れ込むように崩壊した。矢板にかかる土圧の分布状況を図1(実験D6)、図2(実験D2)に示す。なお、破線は地盤強度より求めたランキン土圧を表している。図1の主働側土圧(地盤側)をみると、矢板下端付近の土圧が最も大きく、変形の初期に矢板下端部に土圧が集中していることが窺える。これに対して、図2では矢板の尻部付近の土圧が最も大きく、変形の過程で矢板下端部や矢板上部の土圧が減少している。崩壊に至るまでの土圧分布の変化は、切梁の有無の支持条件によって異なり、地盤の変形状況に対応していると考えられた。崩壊途上までの主ひずみ(ϵ_1 、 ϵ_3)を図3と図4に示す。切梁がある場合(図3)は、まず溝底部にひずみが発達しその後溝底部のひずみの発達とともに、矢板背後部の滑り面近辺のひずみが大きくなった。切梁がない場合(図4)は、初期の段階から矢板の背後部でひずみの発達がみられた。

4. まとめ

根入れが浅い場合の土留め矢板の変形、崩壊メカニズム等を知るため遠心模型実験を行った結果、次の事項等が明らかになった。①上端部に切梁を設置した根入れが浅い矢板土留めの崩壊時には、初期の段階で根入れ下端部近辺の土圧が大きくなり変形が進行する。②土留め矢板の支持条件の相異(切梁の有無)により崩壊状況、せん断ひずみの発生状況及び土圧分布に違いが認められた。

参考文献 1)M.D. Bolton, Mechanisms of Ground Deformation due to Excavation in Clay, EXCAVATION IN URBAN AREAS, KIGForum '93, pp.1-33, 1993.

2)竹村次朗: 講座「掘削と周辺地盤の変状」、土と基礎, 1995.1~1995.2

3)Kusakabe O.: Stability of excavations in soft clays. ph.D.thesis, Cambridge University, 1982.