

Ⅲ-A189

基礎地盤の液状化に伴う盛土の破壊形状

広島大学工学部 正会員 佐々木 康  
 不動産建設（株） 正会員 ○大林 淳

1. はじめに

基礎地盤の液状化による盛土の破壊時に顕著な亀裂の発生する事例が見られている。図-1には日本海中部地震で被災した八郎潟堤防、図-2には北海道南西沖地震で被災した後志利別川兜野堤防の破壊例を示す。これらはいずれも天端付近に見られる縦断亀裂と天端部分の大きな沈下が生じた典型的な破壊形状であり、比較的地下水位が高く、液状化した層の上面が浅いところに存在する特徴を有している。著者らは、盛土と基礎地盤の間に非液状化層がないか無視できる条件における地盤液状化時の盛土の破壊を、地盤の液状化に伴う盛土底面のせん断抵抗が失われることによる、盛土内応力の再配分起因すると考えて、メカニズムの解明を行ってきた<sup>1)2)</sup>。ここでは、これらのモデル化を実験的に再現し、これまでに検討した盛土破壊メカニズムの実証を行った。

2. 盛土破壊事例とメカニズムの検討

典型的な液状化による盛土破壊事例である後志利別川兜野堤防の被災後の開削断面を図-2に示す。この堤防はシルト～シルト質砂、礫混じりシルトを築堤材料として用いており、堤体土のN値は概ね5以下であった。堤体の基礎地盤は薄い砂質シルト層を介して4～6mの厚さで連続したN値10程度の比較的緩い砂層が分布している。地下水位は地表面下1～2mである。この緩い砂層の液状化が被害の原因であり、これを裏付けるように、法尻及び後背地では噴砂の跡が見られた。破壊形状は法肩付近から盛土底面まで達する亀裂をすべり面として天端が約2m沈下している。

著者らはこれまでに、地盤の液状化に伴う盛土底面のせん断抵抗の低減をモデル化し、その時の応力再配分をFEMによって解析し、メカニズムの解明を行ってきた。FEM計算の詳細は文献1)を参照されたい。計算の結果、盛土底面に作用していたせん断抵抗力が74%まで低減すると図-3に示すように、盛土内部の主働崩壊領域が盛土中央を中心に分布し、法肩やや下方で法面に達することが明らかになった。また、この破壊領域が成すすべり面が図-2に見られる亀裂と整合し、すべり面が水平面となす角度はほぼ主働崩壊角となっていることを見出した。さらに、主働崩壊領域の発達による破壊は最も小さな安全率を与える主働崩



図-1 八郎潟堤防の破壊

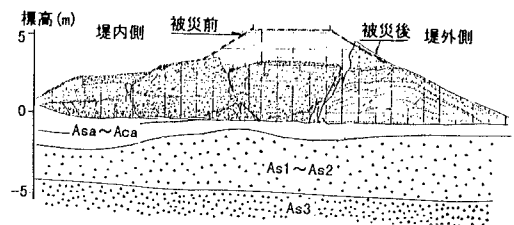


図-2 後志利別川兜野堤防の破壊

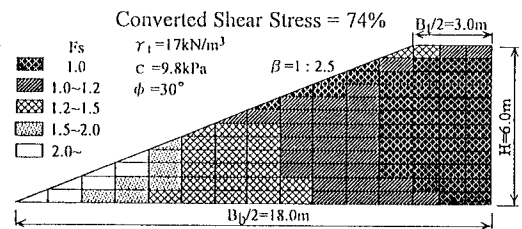


図-3 FEMによる応力再配分による主働崩壊領域<sup>1)</sup>

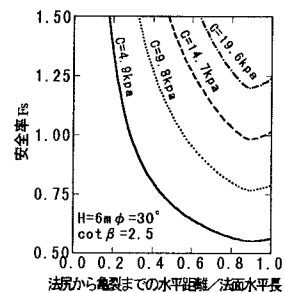


図-4 すべり面位置と安全率の関係

キーワード：液状化、盛土破壊、変形過程、亀裂位置

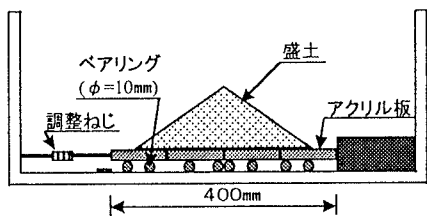
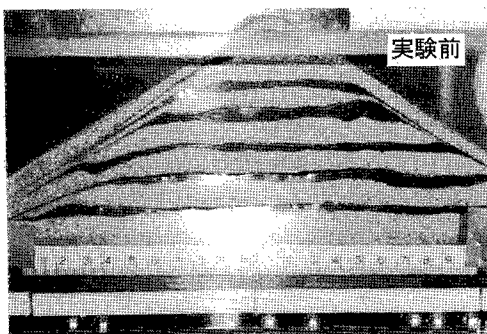


図-5 実験装置

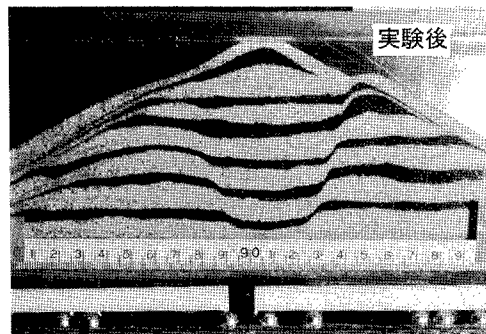
表-1 実験ケース

CASE	盛土高さ (cm)	盛土間隙比	安息角 (deg)	亀裂位置	亀裂角度 (deg)
1	12.0	0.817	33.6	---	---
2	12.7	1.011	34.0	0.79	75
			33.8	0.83	75
3	12.4	1.004	33.1	---	---
			33.6	0.85	75

亀裂位置=法尻から亀裂までの水平距離/法面水平長, 上段:左側,下段:右側



実験前



実験後

図-6 実験前と実験後(CASE 2)

壊面が発生すると考えて亀裂位置を試算すると図-4に示すように法肩のやや下方と計算されることを明らかにしている。

### 3. 盛土破壊の実験

上記のモデル化を実験的に再現し、盛土の亀裂位置を調べた。実験装置は図-5に示すようにベアリング上に分割したアクリル板を並べ、その両端を固定し盛土を築造した後にアクリル板の固定を解除することによって、水平方向の変位を自由にした。このとき、盛土底面が鉛直方向に変位しないようにアクリル板の隙間からの盛土の落下がないように工夫した。盛土は気乾状態の豊浦標準砂を一定の高さから落下させて盛り上げた。すべり面を識別するために色砂を層状に用い、土槽側面にOHPシートを張り付けて実験前後の状態を記録した。

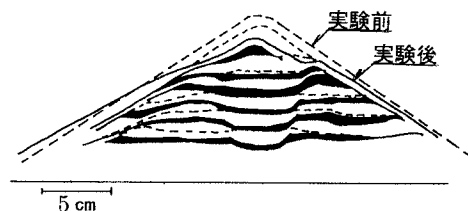


図-7 破壊形状(CASE 2)

表-1に実験ケースと盛土条件および結果を示す。図-6にはケース2の実験前後の盛土の写真を、図-7には実験前後の状態を重ねてトレースした結果を示す。ケース1, 3では盛土左側に明確なすべり面が見られなかった。これは、アクリル板の固定解除を左端のみで行っているために、水平変位の発生方向が限定されたためであると考えられる。観察された亀裂位置は法面水平距離の85%程度、すべり面の角度は70~75°となった。亀裂位置は、測定された安息角 $\phi=33.6^\circ$ を用いて計算すると85.9%となり実験結果と整合する。しかし、すべり面の角度は $\alpha=45^\circ + \phi/2=61.8^\circ$ と計算され、実験で見られるすべり角度は大きい。

### 4. おわりに

基礎地盤の液化化による盛土底面のせん断抵抗の低下を実験的に再現し、盛土破壊メカニズムに関する実証を行った。その結果、亀裂位置は盛土法肩のやや下方に現れ、最も小さな安全率を与える主働崩壊面の位置と一致した。しかし、すべり面の角度が主働崩壊角よりやや大きな結果となった。

参考文献 1)Y.Sasaki, T.Moriwaki and J.Ohbayashi: Deformation Process of an Embankment Resting on a Liquefiable Soil Layer, Proc. of IS-Nagoya, pp.553-558, 1997 2)佐々木康、森脇武夫、大林淳: 基礎地盤の液化化に伴う盛土の破壊メカニズム, 第52回土木学会年次学術講演集, 第Ⅲ部(B), pp.214-215, 1997