

竹割り型土留め工法の遠心模型実験結果に関する考察（その1）

— 帯状掘削と竹割り型土留め掘削の比較 —

日本道路公団（JH）試験研究所○（正）佐藤 亜樹男（正）松山 裕幸（正）緒方 健治

1. まえがき

竹割り型土留め工法は、土留め壁を円筒状に施工することで掘削土量を削減し、環境負荷の軽減を図る合理的な工法である（図1）。設計手法については、試験施工、解析結果を踏まえ設計法を提案¹⁾したが、課題として崩壊形態や範囲についての検証が残されていた。そこで、遠心模型実験により竹割り型土留め工法の崩壊形態および崩壊範囲の検証を行った。

本稿では、帯状掘削と竹割り型掘削の遠心模型実験結果から竹割り型掘削の崩壊形態および崩壊範囲、形状効果などについて述べる。

2. 実験概要

図2に帯状掘削（横断方向が帯状）、竹割り型掘削の模型図を示す。模型の寸法は実施工の採用例から、実物での掘削直径15m、最大掘削高さ9.85mを想定し、相似率1:25の寸法とした。地盤材料は山砂を使用し、地盤定数は室内試験より土粒子密度 2.663g/cm^3 、含水比12.6%、内部摩擦角 35.6° 、粘着力 6.0kN/m^2 である。模型地盤（竹割り型）の概略の作成方法は、竹割り型掘削部に円形型枠を設置し、含水比調整した材料を1層の締め固め後の層厚が5cmとなるように投入して締め固め、それを繰り返して模型上面まで盛り立てた後、斜面角度 30° に掘削、整形し型枠を取り外す手順で作成した。図3に計測配置を示す。

3. 実験結果

3.1 崩壊形態と崩壊範囲

図4に帯状掘削と竹割り型掘削の実験後の観察から得られた崩壊形状を示す。帯状掘削は14.3Gで崩壊に至ったのに対して、竹割り型掘削は、①32Gで掘削下端が崩壊、②34.5Gで①から左右 45° の範囲で崩壊、③41.4Gで側面の掘削上部が崩壊、④59.7Gで①背面側の後背斜面が崩壊するといった逐次崩壊であった（図5）。崩壊形状は、帯状掘削のすべり形状がほぼ円弧状のすべり面であるのに対して、

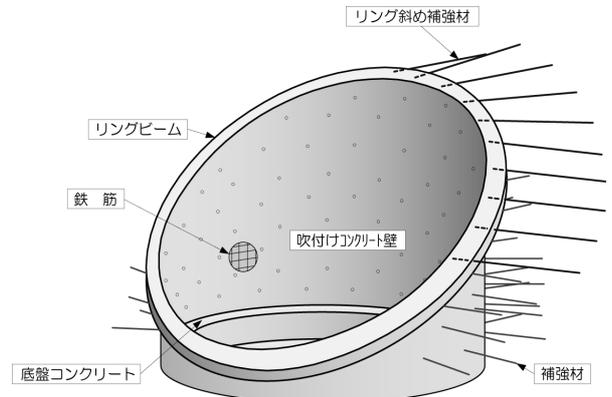


図1 竹割り型土留め工法概念図

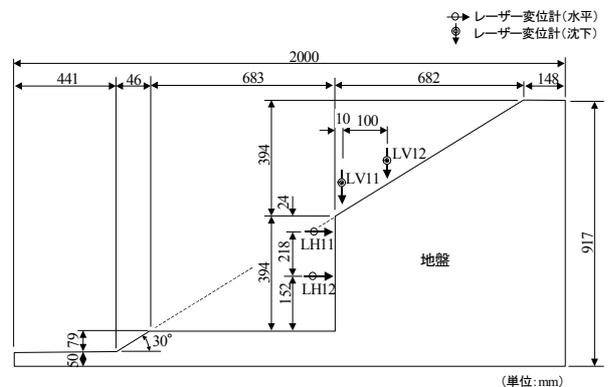
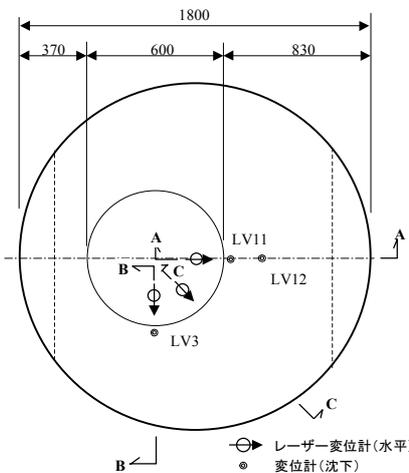
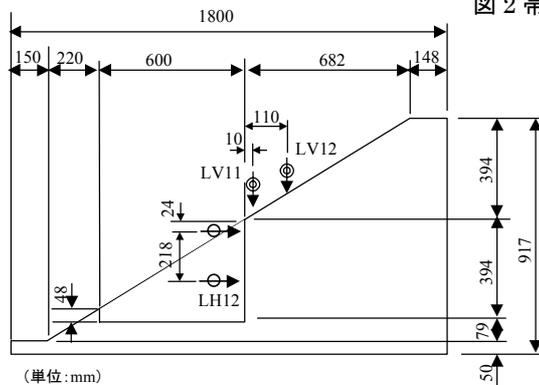


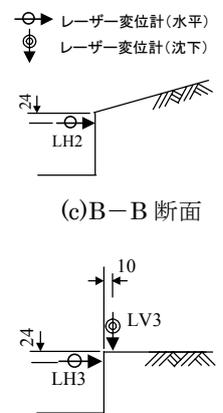
図2 帯状掘削



(a) 平面配置図



(b) 断面配置図



(d) C-C 断面

図3 竹割り型掘削

キーワード：竹割り型土留め工法、遠心模型実験、崩壊、形状効果

連絡先：東京都町田市忠生 1-4-1 TEL.042-791-1621 FAX042-791-2380

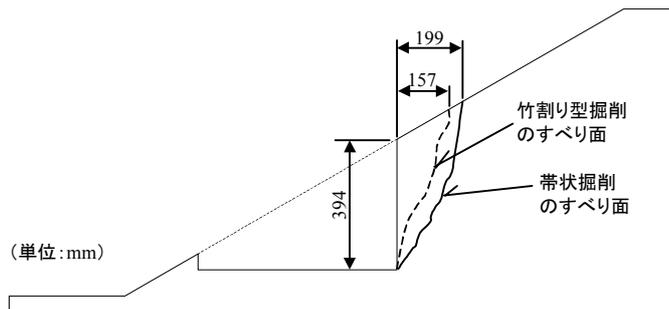


図4 帯状掘削と竹割り型掘削の崩壊形状

竹割り型掘削はほぼ直線すべりの形状を示す。これは、図5の崩壊過程に示すように、掘削下端が崩壊しその後掘削上部に向かって逐次崩壊が進行したためと推察できる。

図6に竹割り型掘削の実験後の観察から得られた崩壊範囲と設計で提案している掘削高さの1/2の領域を示す。竹割り型土留め工法で使用する補強材の設計は、解析および試験施工結果を踏まえ掘削高さの1/2の領域に限定し安定計算を行うこととしている¹⁾。実験後の崩壊範囲は掘削高さの1/2の領域内にあることから、設計で提案している領域は妥当であると判断できる。

3.2 変位計測結果

図7に遠心加速度率 (G/Gmax) と中腹の見掛けのせん断ひずみ (水平変位/掘削高さ) の関係を示す。なお、ここでの見掛けのせん断ひずみは、掘削完了後の状態での変位であるため中腹部の水平変位/掘削高さとしている。帯状掘削、竹割り型掘削とも見掛けのせん断ひずみが約0.9%で崩壊に至っていることから、同一地盤であれば鉛直掘削の場合、掘削形状に関係なく崩壊時の見かけせん断ひずみはほぼ同じであるといえる。このことから、施工時の安全管理の指標²⁾として見掛けのせん断ひずみを用いることは適切であると判断できる。

3.3 竹割り型掘削の形状効果

帯状掘削が14.3Gで崩壊したのに対して、竹割り型掘削は32Gで局所的な崩壊が生じた。これは、竹割り型の形状効果によるものである。そこで、変位計測結果から得られた竹割り型掘削崩壊時の見かけのせん断ひずみ0.908%から、帯状掘削、竹割り型掘削の実スケールの掘削高さを求め、実スケールでの崩壊時の安全率が0.98(仮定)になるように水平抵抗荷重(抑止力)を算定し、得られた抵抗荷重の差を形状効果として考えた(図8)。地盤定数は、室内試験で得られた値を用いた。その結果、帯状掘削の抑止力は22.6kN/m²、竹割り型掘削の抑止力は84.5kN/m²となり、その差61.9kN/m²の抑止力が竹割り型の形状効果であるといえる。

4. おわりに

本実験から、提案している設計法の崩壊範囲の妥当性および施工時の安全管理指標として見掛けのせん断ひずみの適用性を検証することができた。また、帯状掘削に対する竹割り型掘削の形状効果を評価することができた。

参考文献 1)佐藤亜樹男・松山裕幸・緒方健治・堅山哲二：地山補強土工法を用いた新しい構造物掘削工法—竹割り型土留め工法—, 基礎工, Vol.30, No.10, 2002, 2)日本道路公団：切土補強土工法設計・施工指針, 2002,7

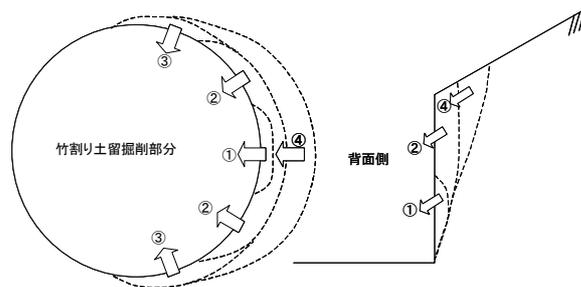


図5 竹割り型掘削崩壊過程

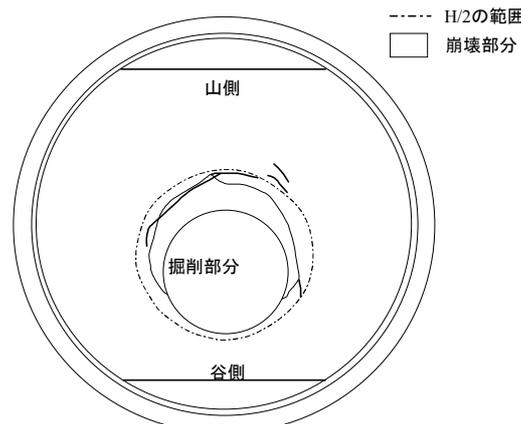


図6 竹割り型掘削崩壊範囲

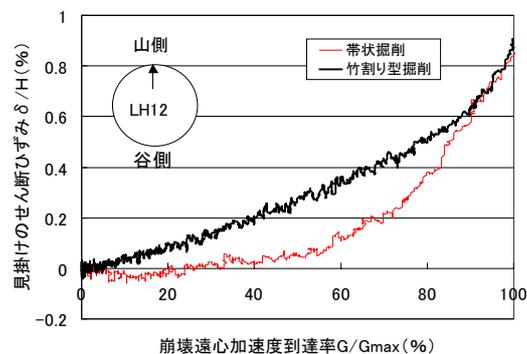


図7 遠心加速度率と見掛けのせん断ひずみの関係

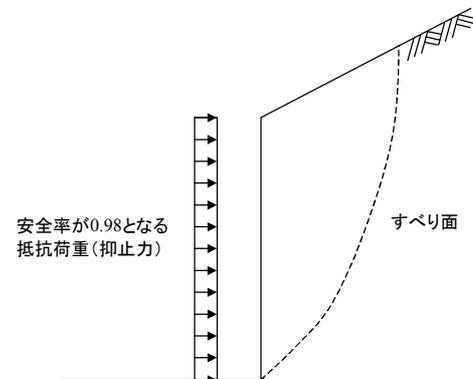


図8 水平抵抗荷重(抑止力)の概念図