細粒土砂の流出防止を考慮した急傾斜地崩壊防止施設における擁壁構造の提案

原田　紹臣（立命館大学理工学部）
○藤本　将光（立命館大学理工学部）
小西　成治（ヒロセ補強土株式会社）
河野　和人（トライアン株式会社）
水山　高久（京都大学名誉教授）

1，はじめに

現在，土砂災害防止法[1]に基づき，全国的に土砂災害警戒区域等が指定され，対策（例えば、急傾斜地崩壊対策事業）を要す箇所が把握された．これを受け，今後，更なる構造物による対策が望まれる．しかしながら，斜面と家屋が隣接し，従来の対策工[2]では施工が困難であると考えられる箇所も多く存在している．特に，近年では，斜面内における一般的な小型擁壁等は，構造上の安定性より設置が望まれていない[3]．一方，土砂移動は流水による影響の有無によって分類[4]される（例えば，斜面崩壊等のブロック状での運動形態や土石流）．なお，現在の土砂災害防止法における土砂災害特別警戒区域の設定は，完全に土塊が飽和し，土石流化した状態[5]を想定している．また，これらの土砂移動による崩土衝撃力に対して，これまでの被災実態調査結果より，従来のコンクリートによる待ち受け式擁壁等は外力に対して有効であると指摘されている[2]．

このような背景の中，近年，落石防護柵等を発展させた鋼材による崩壊土砂対策工が多数提案[6]され，これまで施工が困難であった箇所においても対策が可能となった．なお，これらの構造の土砂捕捉部は網目で構成されているため透過性において有利であり，日常的な無害の土砂を通過させることが可能である．ただし，土石流化した土砂礫に関して，格子間隔の2分の1から3分の1未満の径の礫は，大径礫や流木等による閉塞がない場合，透過部をそのまま通過して下流へ多量に土砂流出することが懸念される[7]．なお，急傾斜地崩壊対策事業は一般的な公共事業と異なり，保全対象人家が事業の一部を支払う受益者負担により事業化されるため，一般的に日常的な土砂流出（例えば，**図-1**）に対しても，土砂流出防止効果を考慮する必要がある．

そこで，これまでの対策事例（例えば，老朽化した既設石積み擁壁に配慮した急傾斜地崩壊対策工事: **図-2**）等を参考に，複数の技術を組み合わせることにより，様々な機能や効果が期待できると考えられる対策工を以降に提案する．

2，細粒土砂抜け出しや施工性に配慮した複合待受け式擁壁工の提案

本研究において，従来のコンクリートによる待ち受け式擁壁と，鋼材による柵工，斜面内における基礎補強土して一般的に採用されている網状鉄筋挿入工[8]とを複合的に組み合わせて提案する対策工を**図-3**，その特徴を**表-1**に示す．**図-3**及び**表-1**に示されるとおり，従来のコンクリート擁壁部を有するため，崩土衝撃力に対しても優位であると考えられるとともに，細粒土砂の捕捉に対しても有効である．一方，従来のコンクリートによる対策工（重力式擁壁）に対して構造物形状の縮小化を図るため，後続の土砂捕捉を目的に，捕捉部上部において鋼材柵を用いている．さらに，斜面内においても構造物の安定化を図るため，網状鉄筋挿

図-1 一般的な細粒土砂の流出氾濫及び堆積による被害事例

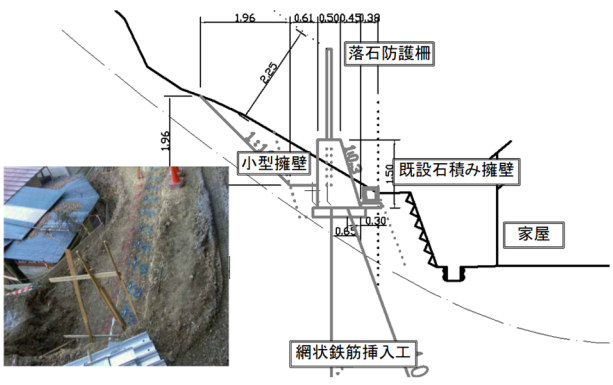

図-2 網状鉄筋挿入工を活用した急傾斜地崩壊対策工の既往事例

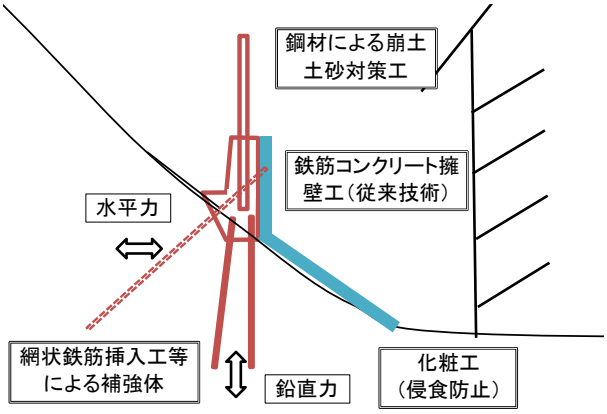

図-3　提案する複合的な待受け式擁壁（マルチプル・ハイブリッド・ウォール：MH ウォール）工法の概要図

表-1　MH ウォール工法の特徴

機能・特徴	説　明
細粒土砂の捕捉	捕捉構造部の下部において不透過型(コンクリート擁壁)構造を採用するため、確実に細粒土砂を捕捉することが可能である
崩土衝撃に対する構造の安定化	既往の知見より、崩土衝撃に対して優位なコンクリート擁壁構造を採用している
用地制約の軽減	網状鉄筋挿入工部は仮想壁体として期待できるため、斜面内に設置が可能である
施工性の向上	網状鉄筋挿入工に関して、一般的な鉄筋挿入工の機械・足場工で代用可能である
景観配慮	捕捉構造部の上部に崩土衝撃対応の柵を用いるため施工規模の縮小化が図れる。

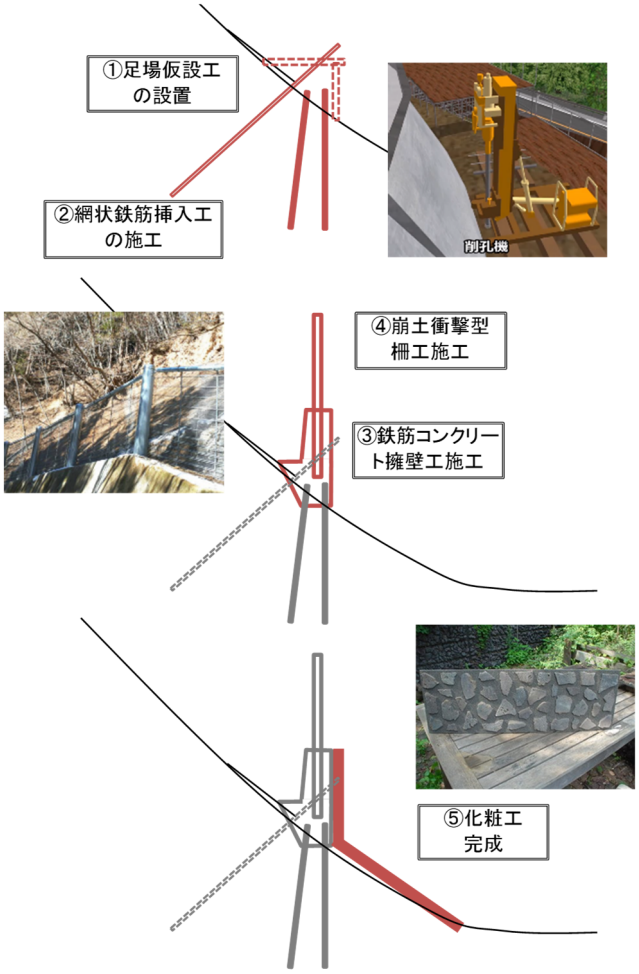

図-4　提案する MH ウォール工法の施工概要図

入工による土中部での仮想構造体の形成を期待している．

本構造の施工概要を**図-4**に示す．**図-4**に示されるとおり，基礎地盤補強のための網状鉄筋挿入工は，従来の一般的な鉄筋挿入工で使用する削孔機械等と同じ規模で施工が可能であるため，比較的に小規模な足場架設で代用できる．また，捕捉部上部において用いる鋼材による柵工については，その他で一般的に提案されている工法でも代替可能であると考えられる．なお，本対策構造物の下面における未対策の残斜面については，雨水等の表面流による侵食防止機能を兼ねた景観性に優れた化粧工の設置が望まれる．また，維持管理に関して，捕捉部下部の不透過部背面における土砂については撤去して空間を確保しておく必要があるため，維持管理の効率化より水抜きパイプ等の設置が望まれる．

本稿では紙面の関係より詳細には示さないが，日常的な細粒土砂の流出が懸念される鋼材のみを用いたこれまでの対策工法と経済性（ただし，仮設費等を含む初期建設費）について比較したところ，顕著な差が確認されなかった．なお，今後，更なる施工方法や構造の合理化（例えば，施工機械のユニット化）によるコスト縮減が望まれる．

参考文献

1) 改訂版 土砂災害防止法令の解説，全国治水砂防協会，2016.
2) 国土交通省河川局砂防部：急傾斜地崩壊防止工事技術指針，全国治水砂防協会，2007.
3) 兵庫県：土木技術管理規定集（砂防編）
4) 高橋　保：土石流の発生と流動に関する研究，京大防災研究所年報，Vol. 20，No. B-2，pp.405-435，1977.
5) 芦田和男・江頭進治・神矢弘：斜面における土塊の滑動・停止機構に関する研究，京大防災研究所年報，Vol. 27, pp.331-340, 1984.
6) 福永一基・川島　実・塩見昌紀・別府万寿博：崩壊土砂によりワイヤロープ防護柵に作用する衝撃的荷重に関する実験的研究，第11回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム，土木学会構造工学委員会耐爆・耐衝撃設計法に関する調査研究小委員会，2014.
7) 原田紹臣・里深好文：粒径分布特性を考慮した透過型砂防えん堤の土砂流出調節機能に関する研究，土木学会論文集B1(水工学)，Vol. 70，No. 4，pp.931-936，2014.
8) 原田紹臣・藤本将光・深川良一・奥田悠太・小西成治・疋田信晴：網状鉄筋挿入工（E.P.ルートパイル工）の高度化に関する基礎的な研究，平成29年度 砂防学会研究発表会，2017年.