長大斜面崩壊地での復旧事例について

出雲県土整備事務所治山・林道課　　伊藤　優子　○
出雲県土整備事務所治山・林道課　　柿本　早貴　○

１．はじめに

平成３０年４月９日、島根県西部（大田市）を震源とする最大震度５強（マグニチュード６．１）の地震が発生し、隣接する出雲市佐田町の保安林内で、直高１２５ｍ、幅６０ｍの大規模な山腹崩壊が発生した（写真１）。崩壊土砂約３万 m3 が市道及び一級河川神戸川へ流出し、河川の一部が閉塞したほか、次期降雨等による下流への土石流被害等の二次被害が懸念され、早急な復旧対策を講じる必要があった。

復旧工事は平成３１年２月に着工し、令和２年１１月に竣工。復旧から５年が経過する事案であるが、本県では近年稀にみる大規模災害の復旧であったことから、今回その復旧工法の検討、実施、現在の様子等を紹介する。

（図-１　位置図）

（写真-１　崩壊状況）

２．現地概要及び課題

当該地は河川の強い下刻・侵食作用により硬質な岩盤が露出し、急峻な斜面となっている一方で、斜面上部には風化層が残存していた。これらが素因となり、地震による揺れを誘引に崩落したと推測される。当該崩壊地は急峻かつ長大斜面であることから、復旧対策にあたり次の課題があった。

２－１　作業時の安全確保

崩壊面に不安定土塊・岩塊が残存しており、再崩壊の恐れがあるほか、急峻なため、特に現場作業時の転落災害等の危険性もあり、安全確保に留意する必要があった。

２－２　高所かつ長大斜面での施工

崩壊頭部の法切工及び斜面全体の吹付法枠工を計画したが、施工基面となる市道から吹付法枠工の上端までの直高が１２５ｍあり、一般的な方式ではモルタルの圧送が不可能であった。また、崩壊面の斜面勾配は平均Ｓ＝１：０．８、最も急峻な箇所ではＳ＝１：０．４であり、掘削重機の進入が困難であった。

３．ICT を活用した現場管理と高所における施工の工夫

３－１　３次元測量による管理

作業員の安全確保を目的に、測量・設計時の現地測量、工事における起工測量で UAV（ドローン）及び LS（レーザースキャナー）による３次元測量を採用した。また、土工作業において３次元測量データを活用し、効率的に出来形管理をした。

３－２　高所無人掘削機（セーフティークライマー工法）の活用

高所の危険な掘削作業を安全かつ迅速に行うため、斜面にワイヤーロープで固定した無人の掘削機を配置し、オペレーターがリモコンで遠隔操作し掘削する工法を採用した。

３－３　ポンプ併用空気圧送方式（HiSP 工法）の採用

ポンプ圧送とエア搬送を併用することにより高所への吹付を可能とするポンプ併用空気圧送方式を採用した。モルタルを圧送する管、急硬剤と空気を送る管を設置し、山腹の中腹部まで別々に圧送し、吹付現場近くで混合させて吹き付ける工法で、長距離かつ高揚程箇所である当該崩壊地において十分対応出来た（図２）。

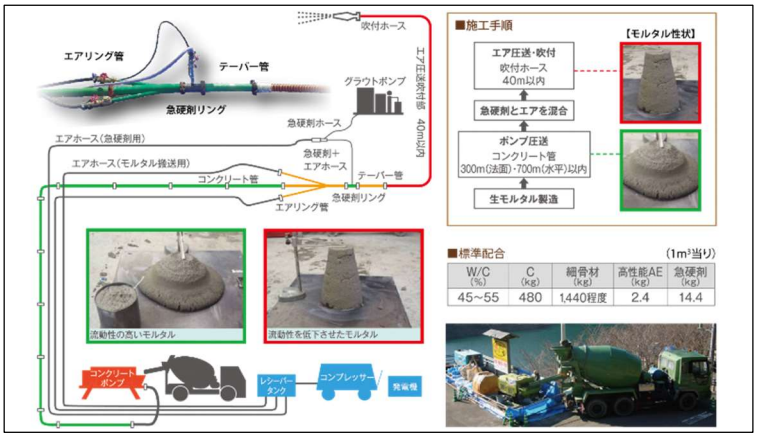
施工にあたっては、法面直高約２０ｍ毎にブロック分けを行い、作業通路及び材料置場として作業ステージを設置した。なお、作業ステージには落下防止ネットを設置し、作業員の安全に配慮するとともに仮設防護柵を兼ねた配置・構造とした。

４．おわりに

今回のような見通しの良い広大な急傾斜地においては、特に測量・出来形管理での ICT 活用が効果的であった。また、高所かつ長大斜面での復旧のため、従来の工法では施工不可能となる部分もあったが、高所無人掘削機（セーフティークライマー工法）及びポンプ併用空気圧送方式（HiSP 工法）を採用したことで事故なく工事を竣工できた。

なお、施工から約５年が経過した現在、ポンプ併用空気圧送方式（HiSP 工法）により施工した部分についても亀裂等の変状はなく、法面も安定した良好な状態であり、十分に機能を発揮していることが確認できた。

今後も現場条件に応じて、ICT 活用や特殊な施工方法の採用を検討し、工事の効率化や安全性の向上を図っていきたい。



（図-２　HiSP 工法）

（写真-２　竣工写真）