

斜面災害に対するジオテキスタイルを用いた補強土防護擁壁の各種実験とその効果

補強土擁壁・ジオテキスタイル・落石・土砂衝撃力・環境

前田工織株式会社 ○吉田 眞輝 竜田 尚希  
株式会社プロテックエンジニアリング 西田 陽一 井上昭一  
岐阜大学工学部 八嶋 厚 沢田 和秀 森口 周二

1. はじめに

平成 13 年に勧告された「土砂災害防止法」により、急傾斜指定区域の斜面下における構造物には、衝撃力を加味する項目が明記された。これは、重力式擁壁など急傾斜対策工にも適用される流れとなり、従来よりも断面形状が増大となり不経済となることが懸念される。そのため極力経済的になる断面構造が提案されている。

今回紹介する各種実験は、過去落石対策として実証試験が実施され<sup>1) 2)</sup> 近年実績を伸ばしている補強土防護擁壁の耐衝撃性に着目し、急傾斜対策工としての性能を照査するため実施した。今回の実験では、急傾斜地における土砂崩壊を想定して実物大モデルに石及び土砂を衝突させた耐衝撃性実験と、従来工法である重力式擁壁との耐久性比較を実施した結果を報告する。

2. 実物大実証実験

2.1 実験概要

今回の実験では、写真 1・2 に示す側面で衝撃を受け止めるダイク型と天端で受け止める QK 型の 2 タイプを構築した。この 2 タイプは設置条件における形状のすみ分けのために選択したもので、各タイプは以下のような特徴を有する。

**ダイク型**：台形状に構築した衝撃力を側面で受けるタイプであり、構築時に広めのスペースを必要とするが、地ならし程度での直接基礎への設置が可能で本土工以外の工種がほとんどない。そのため施工が容易で経済的である。

**QK 型**：切り立った斜面や設置スペースが少ない場所に補強土を急勾配で立ち上げて確保した天端で衝撃力を受け止めるタイプである。切土による構築場所の確保を行なう場合が多いが、発生土を転用することにより材料費や運搬費を削減することができる。

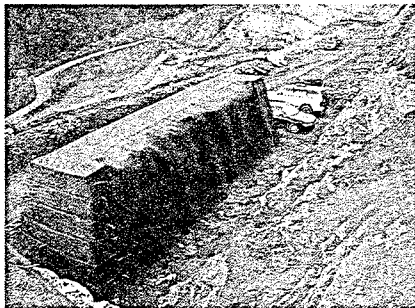


写真-1.ダイク型

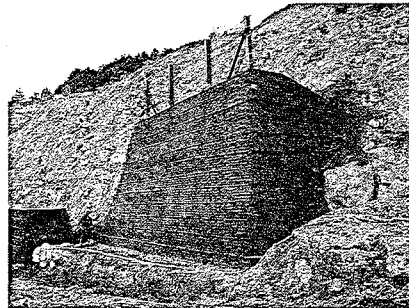


写真-2. QK 型

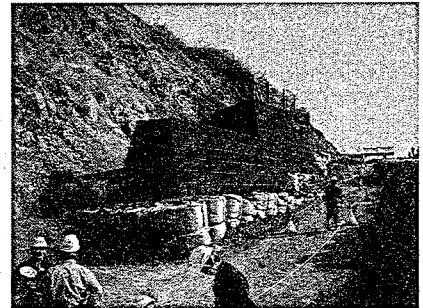


写真-3.実験全景

2.2. 実験状況と結果

本実験では、直高約 20.0m、斜面勾配約 50° の斜面下に上記の補強土を構築し、重量の異なる 3 種類の石と土砂を斜面上から落下させ衝突させた。落下物の条件は表-1 に明記する。

補強土内部には土圧計を設置し、ジオグリッドにはひずみゲージを取り付けて载荷時の挙動を確認した。図-1.2 に QK 型の挙動を示す。

落石、土砂の衝突時に、ひずみの増加はほとんど見られない。土圧計の値は、土砂が堆積するにつれて増加している。しかし、落石時には、土圧に変化は見られない。今回の落石の規模は最大で 300kJ の落石エネルギーが想定されるが、今回の QK 型の規模で変化が見られる落石エネルギーには程遠いものだったと考える。過去にこの規模の実験を行なった時は、盛土に変化が見られる落石エネルギーは 1000kJ 以上であった<sup>3)</sup>。また、土砂落下時についても、落下前と落下後の壁面変位は最大で 1mm 程度であった。

表-1. 载荷条件

	ダイク型	QK型
1回目	0.2t	0.25t
2回目	1.0t	1.0t
3回目	2.0t	2.6t
土砂投下	12.0m <sup>3</sup>	12.0m <sup>3</sup>

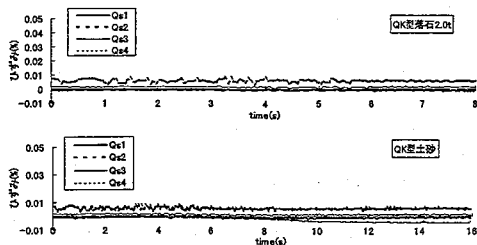


図-1. ひずみゲージの応答値

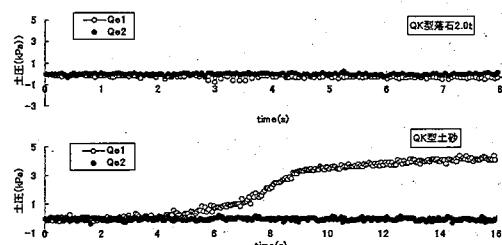


図-2. 土圧計の応答値

### 3. 比較試験

#### 3.1 実験概要

2章で補強土による耐衝撃性が確認されたため、ここでは汎用性の高い従来工法との比較を行うこととした。設計上、同一規模に耐えることのできる形状の補強土防護擁壁と重力式擁壁を構築し、同規模のエネルギーを載荷してその挙動を比較した。補強土防護擁壁の形状は載荷を行いやすいことと重力式に形状が近く比較が行いやすいため、ダイク形状とした。

載荷方法は 500kg (5.0kN) の重錘をクレーンで吊り、載荷位置にセットした後、もう一方のクレーンで所定の高さまで引き上げる。その後離脱装置により重錘を切り離し構造物に衝突させる。写真 4～6 に状況を示す。

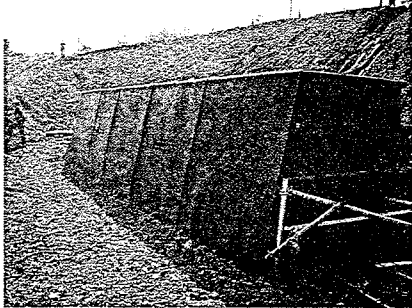


写真-4. ダイク型

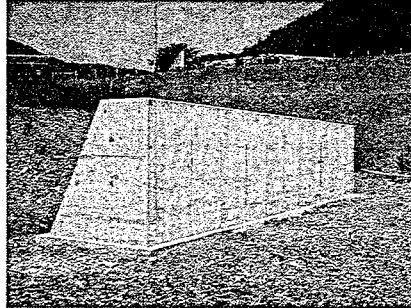


写真-5. 重力式擁壁

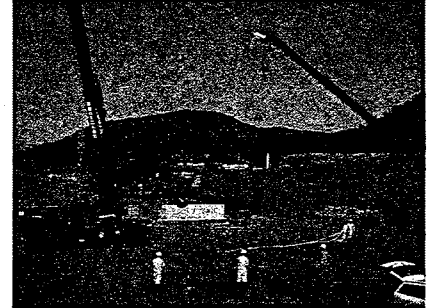


写真-6. 載荷状況

#### 3.2 試験条件

試験時は重錘の落下高さを 2 段階で連続載荷を行い最大 100KJ の位置エネルギーを載荷して挙動を確認することとした。実験に使用した両構造物は 100KJ 対応で設計しているため、設計上最大の衝撃力を作用させることとなる。

表-2. 載荷条件

実験ケース	落下高	位置エネルギー
CASE1	11.1	55.5KJ
CASE2	20.0	100KJ

#### 3.3 試験結果 ダイク型

載荷時に受撃面で確認された最大貫入量は CASE1 で 160mm、CASE2 で 292mm となっている。また、受撃裏面を見るとダイク型の CASE1 で 22mm、CASE2 で 28mm と微量の変形が発生している。しかし提体全体を見ると大きな変形もな盛土材の流出などの構造に影響を与えるような損傷は確認されず、設計同等最大衝撃力が作用して後も性能は十分保持されていると思われる。これは衝突時の局部変形による衝撃力の分散効果と考えられる。



写真-7. ダイク型載荷後

#### 3.4 試験結果 重力式擁壁

それに対し重力式擁壁では両ケースとも 20mm 前後で大きな変形は確認されなかった。また、滑動・転倒などの全体的な挙動も確認できなかったが 100KJ 載荷後には全体的にひび割れが発生した。ひび割れは、その幅も大きく裏面まで確認できたことから完全に構造物を貫通しているものと見られる。これは剛体である重力式は衝撃分散効果が小さいため、局部荷重を受けやすいからと考えられる

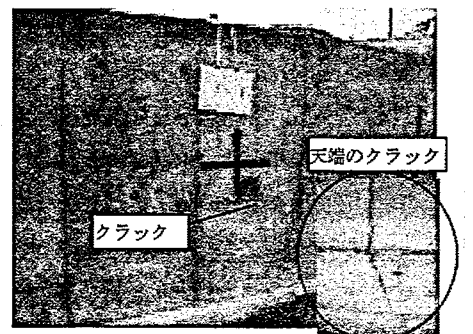


写真-8. 重力式載荷後

### 4. まとめ

これらの実験から以下のことがいえる。

- ・補強土防護擁壁は高い衝撃性能を持ち、衝撃力を加味した急傾斜対策工として十分適用できる性能を持つと思われる。
- ・従来工法と比較しても遜色がなく、その柔軟性から部分的な変形は起きるが大きな破損は起こりにくいといえる。
- ・連続載荷における耐久性と主材料が土であることから、トータルコストを含め経済的になると考えられる。

1) 湧上正浩, 小畑康隆, 荒井克彦, 小嶋啓介, 井上昭一, 久保哲也: ジオシンセティックスを用いた落石防護擁壁の実験的研究, ジオシンセティックス論文集第 15 巻, pp. 350-pp. 359, 2000 年

2) 永吉哲哉, 山崎敦, 横田善弘, 井上昭一: 落石防護補強土壁のモデル衝突実験結果の分析(その 1), 第 37 回地盤工学研究発表会講演集, pp. 2267-pp. 2268, 2002 年

3) 久保哲哉, 横田善弘, 吉田眞輝, 荒井克彦, 篠原久雄, 竹内一介, 和田秀一: ジオシンセティックスを用いた落石防護擁壁の実証実験, ジオシンセティックス論文集第 17 巻, pp. 245-pp. 250, 2002 年