

鉄道上方斜面における自然斜面補強土工法を活用した落石対策

(財) 林業土木施設研究所 ○青木 規, 伊藤 忍
日鐵住金建材株式会社 岩佐直人, 池田武徳
" Nghiem Minh Quang

1 はじめに

静岡県東伊豆町稲取磯脇地区は海岸に面した45度以上の急峻な自然斜面で、下方には伊豆急行線の軌道があり、崩壊、落石、倒木等が発生すると、その運行に支障を来すおそれ大きい状況にある。そのため、落石センサーを付設した防護柵や洞門等が設置されている。対象斜面では平成10年6月に崩壊が発生し、その復旧が図られ、荒廃移行地には斜面安定・自然景観の保全を目的に自然斜面補強土工法であるノンフレーム工法が施工されている。ノンフレーム工法の施工斜面は、急峻・脆弱な地形・地質条件に加え、林冠が閉鎖した常緑広葉樹林であること等から、地表侵食が過度に進行した区域では土中の転石が浮きだし、落石のおそれが出てきた。

本報では、ノンフレーム工法を施工した斜面において、その機能を活用したネット（：ノンフレームネット）を設置し、落石の発生予防を図った事例を報告する。

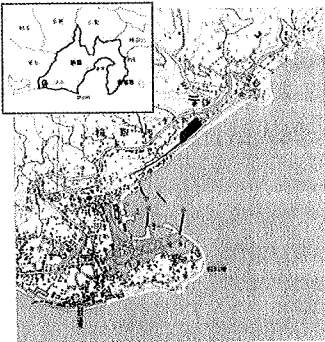


図-1 (a) : 調査位置

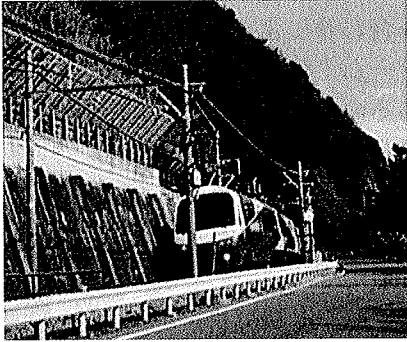


図-1 (b) : 対象斜面と保全対象



図-1 (c) : 斜面内の状況
(地表侵食が進んだ区域)

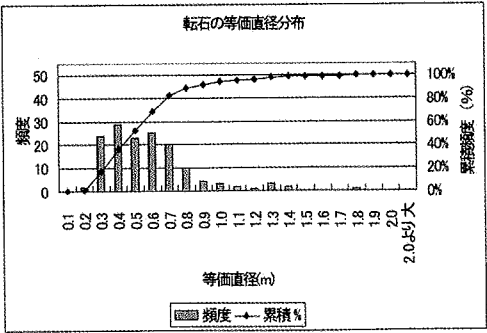
2 調査結果

2.1 転石の分布状況

対象斜面内で落石のおそれのある転石の分布状況を調査し、相対的な危険度評価を行った。その結果、等価直径30 cm以上の転石として139個が確認され、このうち何らかの対策が必要と考えられる危険度A, Bの転石は101個であった。そのうち、ノンフレーム施工地内で確認された転石は45個であった。

危険度	状況	頻度	割合%
A	・地山より浮き出し、近・将来落下する可能性が大きい	38	27.3
B	・転石周辺の侵食が進めば、落石となる可能性がある	63	45.3
C	・2/3以上埋没し、地山なりの状態である。 ・ロープ掛工等の既設により安定している。 ・落石到達時=25kNmより小さく、既存の防護柵で抑止可能な規模である	38	27.3
計		139	100.0

図-2 (a) 転石の分布



2.2 既往施設の可能吸収エネルギー

既存の落石防護柵はセンサーが付設されているが、緩衝材はなく、支柱、壁材間は金網（菱形金網3.2φ）またはエキスパンドメタルが設置されている。落石が直撃した場合、最も可能吸収エネルギーが小さいのは、壁材間の金網と考えられる。金網の可能吸収エネルギーは、落石対策便覧¹⁾によれば、25kN・mとされていることから、落石到達時のエネルギーがそれ以下であれば、既往施設で対応可能と考えられる。防護柵の位置での落石エネルギーを計算すると、直径30 cm以下の落石規模であれば、転石分布域のいずれから落ちてでも対応可能と考えられた。

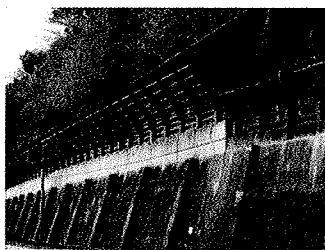


図-2 (b) 既存の落石防護柵

3 対策工法の選定

現地調査と落石シュミレーションにより、落石の挙動は斜面内では滑り・回転運動で、軌道の切取面上端で跳躍すると推定された。よって、斜面内に予防工を施すことにより、既存の防護柵の可能吸収エネルギーまで落石の規模を小さくする対策が有効と考えられた。対策はノンフレームの施工地の内外で分けて検討した。ノンフレームの施工地内においては、既存のノンフレームの機能を活用できて、地表の攪乱も小さい工法として、ノンフレームネットを第一に検討した。

ノンフレームネットとはノンフレームワイヤの所定の位置に連結金具を取り付け、ネットワイヤを張り巡らせるもので、標準的には1辺50cmの正三角形によってノンフレームの枠内が細分化され、落石の初期移動を抑止することができる。

4 シュミレーションによる検証

ノンフレームネットはノンフレームのワイヤ1辺2.0mの正三角形内に、0.5mの等間隔にワイヤを張る方法であることから、この目合いからもれ出す落石(図4(a)参照)を対象に、吉田等のシュミレーション手法を用いて、その挙動を推定した((図4(b)参照)。

結果は下記のとおりである。

- 1) 落石の99.3%は跳躍高2.0m以下で、既存の防護柵の高さ以下である。
- 2) 落石の到達時のエネルギーはいずれも $E=10\text{kN}\cdot\text{m}$ 以下で、金網の可能吸収エネルギー値以下である。

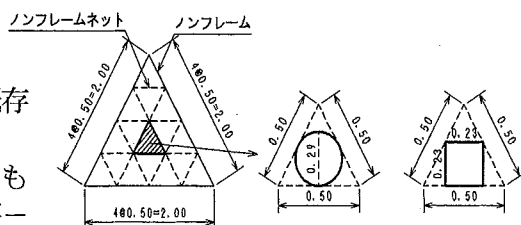


図-4 (a) : 設計落石径の考え方

- 3) 以上より、ノンフレームネットから

落石がもれ出したとしても既存の防護柵で対応可能と考えられた。

図-4 (b) シュミレーションによる検証図

5 ノンフレームネットの施工

現地調査の結果、施工対象となるノンフレームの枠数は55であった。このうち、転石自体に亀裂が多い場合や、主たる転石の周りに中小礫が多く分布している場所(15枠)については金網を併用し、小規模な土砂礫の移動も抑止することとした。

6 まとめ

ノンフレーム工法は表層崩壊の発生を防止するとともに、支圧板、ワイヤには地表侵食を軽減する効果がある³⁾。しかし、過度に侵食が卓越する立地条件下では、転石が浮き出してくる場合がある。また、ノンフレーム工法の計画地に転石が分布している場合もある。このような現場において、ノンフレーム工法の機能を活かしたノンフレームネットを設置することは、自然景観を保全しながら表層崩壊の防止と落石の発生予防を同時に図ることができる、効率的かつ効果的な手法であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 日本道路協会：落石対策便覧
- 2) 吉田博：斜面上の落石の運動シュミレーションとその応用
- 3) 池田，岩佐，青木：ノンフレーム工法の施工後調査結果について，第45回治山研究発表会論文集，平成17年

予防工	ノンフレーム内	ノンフレーム外
破砕・整理	×	○
被覆工	×	×
固定工	○	×
根固工	×	×
補工	×	○
防護工	×	×

図-3 工法の検討

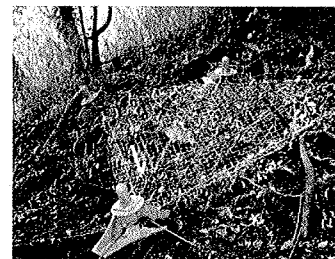
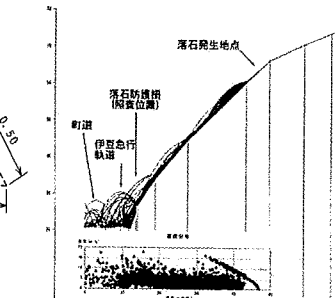


図-5：ノンフレームネットの施工結果
(上：ネットのみ 下：金網併用)