

風化軟岩層が分布する地域の擁壁・法面等を対象とした健全度調査

株式会社東京ソイルリサーチ ○多羅尾 一勤, 山森 正幸

1. はじめに

近年、豪雨等により、擁壁や法面の変状の発生や崩壊が多く発生している。

国土交通省がHPに掲載している資料¹⁾によれば、土砂災害発生件数は平成15年～24年では平均1,180件/年に対し、平成25年～令和4年では平均1,446件/年と約1.2倍となっている。

擁壁や法面の健全度把握は重要である。一度崩壊すると、物的被害だけではなく、人的被害も発生する可能性がある。本業務は、そのような健全度の把握が重要な擁壁及び法面を対象に実施したものである。

2. 調査地の状況と調査手法の選定

調査地は神奈川県横浜市に位置し、調査対象は、間知ブロック擁壁(最大高さ4.5m、延長70m、勾配72°程度)及びモルタル吹付工(最大高さ3.8m、延長50m、勾配63°程度)が施工された法面であり、比較的交通量の多い公道が法肩側に位置する。間知ブロック積擁壁については、ブロックの形状の違いや設置位置により4区画に区分した。

調査は擁壁等の形状等の把握及び周辺地盤の強度等の性状把握を行い、それらの結果を基に安定性の検討を行うものである。調査フローを図-1に示す。

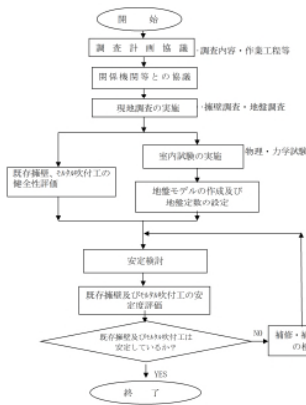


図-1 調査フロー

間知ブロック積擁壁やモルタル吹付工は表面保護工であり、背面地盤の安定性評価がポイントとなる。調査地付近の地質図によれば、基盤となる地層は大船層若しくは野島層が分布する(どちらも軟岩層)。

当該地の地質は目視等の結果、風化軟岩層であった。風化軟岩は新鮮部と比較し、軟質で亀裂の発達が見られ、その強度把握と評価が課題となった。

そこで背面地盤の安定性の検討に際し、風化程度に合わせた調査方法の選定を行った。図-2に間知ブロック積擁壁及びモルタル吹付工の概念図に、それぞれの調査項目について示す。

モルタル吹付工では、被覆厚が薄いことから、擁壁部よりも風化が進行していると想定し、軽量かつ多点で測定可能な点で精度を高められる簡易貫入試験が適すと考えた。

擁壁では、前面から水平ボーリングでコアを採取し、地層分布を把握。また、強度については採取したコアを用いて岩石試験(一軸圧縮強度試験)を実施する方法が適すと考えた。水平ボーリングの掘止めは軟岩層を1～2m確認した時点で終了とした。

これらの他、健全度判定に必要な以下の調査を行った。

- ・形状確認のための掘削調査
- ・目視点検調査：点検基準については、国土交通省の「宅地擁壁老朽化判定マニュアル(案)」を用いた。

これは、表-1に示すように、確認されたひび割れ等の変状や形状から、危険度を小中大的3段階で判定するものである。なお、モルタル吹付工は擁壁ではないため、ここでは参考として点検を実施した。

擁壁については、区分された区画ごとに行った。

- ・コアボーリングによる厚さ調査、擁壁の裏込めについては採取コアで一軸圧縮強度試験を実施した。

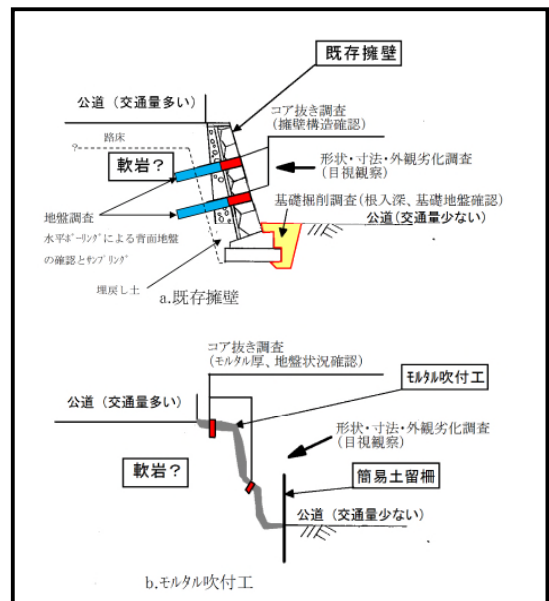


図-2 調査方法の選定

表-1 宅地擁壁の危険度評価区分²⁾

点数の最大値	危険度評価区分	評価内容
5.0点未満	小	小さなクラック等の障害について補修し、雨水の浸透を防止すれば、当面の危険性はないと考えられる宅地擁壁である。
5.0点以上～9.0点未満	中	変状程度の著しい宅地擁壁であるが、経過観察で対応し、変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて警告・改善命令の発令を検討し、防災工事の必要性についても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地擁壁である。早急に所有者等に対する警告・改善命令の発令を検討する必要がある。防災工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

3. 現地調査結果と安定解析

(1) モルタル吹付工の現地調査結果

目視点検による危険度は「小」と判定され、厚さ調査では、50mm～90mmのモルタル厚を確認した。

簡易貫入試験では、Nd 値<10を示す地層(強風化：軟弱層)が表層より30cm～80cm続き、以深は測定値の急増傾向から中風化層(Nd 値>20)と判断した。

安定計算に用いる粘着力Cは、以下のように設定した。

①式-1³⁾により換算N値を得る。

$$Nd=1.5N \quad \dots \text{式-1}$$

ここで、Nd：簡易貫入試験の10cm毎の打撃回数
N：換算N値

②得られた換算N値を式-2³⁾に代入し、換算一軸圧縮強度quを求める。

$$qu=40+5N \quad \dots \text{式-2}$$

ここで、qu：一軸圧縮強度
N：式-1で求めた換算N値

③得られた換算一軸圧縮強度quを、式-3³⁾に代入し、換算粘着力Cを得る。

$$C=1/2qu \quad \dots \text{式-3}$$

ここで、qu：式-2で求めた換算一軸圧縮強度
C：粘着力

(2) 間知ブロック積擁壁の現地調査結果

目視点検による危険度は「小」～「中」と判定され、厚さ調査にて採取された裏込めコンクリートの品質に問題はなかった。また、圧縮強度試験結果は18N/mm²以上であり、強度についても十分な値を示していた。

水平ボーリング調査では擁壁躯体以深より軟岩層を確認した。土質は固結した砂質粘土、砂質シルト等よりなる。部分的にコア状で採取されるが、殆どは塊状で採取され風化が進行しているものと考えられる。

軟岩の一軸圧縮強度試験では、平均qu=3.18MN/m²で、最小値が0.66MN/m²であり、バラツキがあった。

(3) モルタル吹付工の安定検討結果

検討方法は、「道路土工切土工・斜面安定工指針」(平成21年度版)⁴⁾に準拠し、円弧すべり解析法を用いた。基準安全率は、常時Fs=1.50、地震時Fs=1.0とした。間知ブロック積擁壁も同様とした。

図-3にモルタル吹付工断面図を示す。

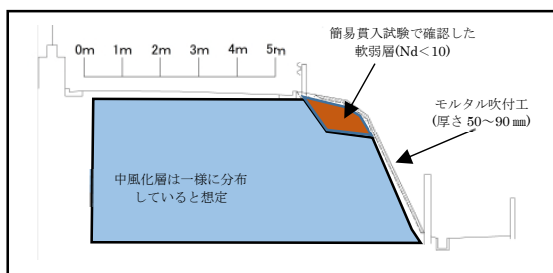


図-3 モルタル吹付工の断面図

検討の結果、常時・地震時ともに基準安全率を満足する結果となった。

(4) 間知ブロック積擁壁の安定検討結果

図-4に間知ブロック積擁壁の断面図を示す。

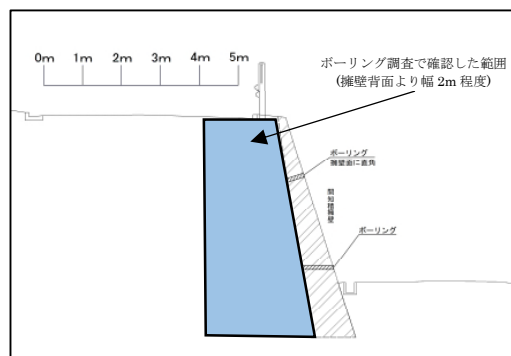


図-4 間知ブロック積擁壁の断面図

擁壁部は、水平ボーリングにて擁壁背面より幅2m程度の性状を把握しているのみであり、それ以深の土質性状については不明であるため、検討パターンについては下記の2通りとした。

①：擁壁背面の土質性状が良質な軟岩層が優位である場合。(定数設定は岩石試験結果より設定。)

粘着力Cは、最小値のqu=0.66MN/m²より式-3に代入して求めた。

②：擁壁背面の土質性状が風化した軟岩層が優位である場合。(直接のデータが無い場合、簡易貫入試験のNd<10を満たす軟弱層より設定。)

Nd<10を満たす値の結果の平均値(Nd=4.5)を式-1に代入して換算N値を求め、換算N値を式-4⁵⁾に代入して求めた。

$$C=16.2N^{0.606} \quad \dots \text{式-4}$$

ここで、N：式-1で求めた換算N値
C：粘着力

検討の結果、パターン①及び②で常時・地震時ともに基準安全率を満足する結果となった。

4. まとめ

安定性評価の結果、背面地盤は安定しており、変状部を補修すれば健全性を保てることが分かった。

《引用・参考文献》

- 国土交通省 HP, 令和4年度の土砂災害(PDF), <https://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/r4dosh a/r4doshasaitop.html> (最終閲覧日2023年6月5日)
- 国土交通省 HP, 宅地擁壁老朽化判定マニュアル(案) https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000 066.html (最終閲覧日2023年6月5日)
- 地盤調査の方法と解説(2013):公益社団法人地盤工学会, pp. 322
- 道路土工切土工・斜面安定工指針(平成21年度版):社団法人日本道路協会, pp. 399
- 日本道路公団 設計要領第二集橋梁建設編(1998.7), 第4章, 基礎構造, pp. 4-10