

吹付工の背面侵入水への巻込処理の効果に関する検討

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○加藤 俊二 正会員 佐々木 哲也
正会員 梶取 真一

1. はじめに

モルタル吹付工の背面地山の風化による土砂化・空洞化を防ぐためには、雨水がモルタル背面に供給されることを防ぐことが必要である。モルタル吹付工の背面に雨水が供給されるケースは、1)背面地山を切土した際にその上の肩部に残る表土層からの侵入、2)吹付工表面亀裂からの侵入、3)亀裂性の地山である場合等の地山からの湧水、の大きく3つが考えられる。このうち2)に関してはひび割れ補修による対応が可能であり、3)については、本来は開放型の対策を検討すべきケースであり、やむを得ずモルタル吹付を行う場合には、適切に集・排水対策を行うこととされている。一方で、1)の肩部からの侵入水に関しては、のり肩排水溝の設置のみでは表土層中の侵入水には対応できないことから、「道路土工・切土工・斜面安定工指針」¹⁾においては、地山までの巻込処理による対応を行うものとされている。しかしながら、実施工を考えた場合に地山まで完全に密着した巻込処理を行うことは、地山と表土層との境界部では凹凸があるため困難であり、表土の一部が残ることになる。このような状態で実際にどの程度の効果があるのか不明であり、これまでに雨水の侵入に対する巻込処理の効果を検討した事例もない。このため、巻込処理の効果がどの程度あるか簡易な模型実験による検証を行うとともに、背面侵入水への対応に関する考察を行った。

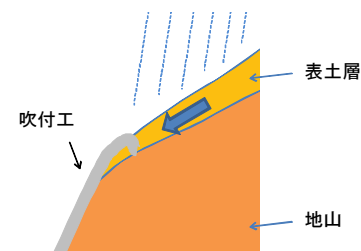
2. 簡易模型実験の概要と結果

(1) 実験概要

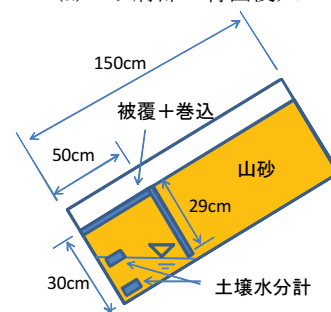
ここでの実験は、図1に示すような二次元断面でののり肩部への背面侵入を模擬したものである。実験では、写真1(a)に示すような、内部を遮水塗装した深さ30cm 幅40cm 長さ1.5mの木製箱型土槽を3つ併設した三連土槽を用いて、一般的な表土層をイメージして山砂(土粒子密度:2.689(g/cm³)、細粒分含有率:30%)を厚さ30cm、締固め度85%で詰め、(b)に示すように下端部底面に土壌水分計を設置し、(c)に示すように土槽を30度に傾斜させ、時間雨量50mmを4時間継続(総雨量200mmを目標)した人工降雨を与え、下端部への雨水侵入状況の計測を行った。撥水塗装を施した木製合板を用いて部分被覆と巻込処理を行い、(c)の左から1)無処理、2)表面50cm被覆+15cm巻込、3)表面50cm被覆+29cm巻込(地山の凹凸を考慮し1cm減じた)である。なお、3)のケースのみ末端部の深度15cmの位置にも土壌水分計を設置している。

(2) 実験結果

図2は降雨開始時からの、体積含水率の変化状況を示したものである。無処理の場合は、下端部で直接浸透するため、降雨開始後30分程度で体積含水率が急激に変化している。巻込処理を行ったケースでは、上面50cmを被覆していることからその移動経路分の遅延効果があることが推察される。さらに、



(a)のり肩部の背面侵入



(b)土槽の模式図(ケース3))の例

図1 吹付背面への雨水の侵入



(a)三連土槽の状況



(b)土壌水分計の設置状況



(c)降雨実験の状況

写真1 実験模型の状況

キーワード 吹付工、背面浸透、巻込処理、対策効果

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (国研)土木研究所 土質・振動チーム TEL029-879-6771・FAX029-879-6735

巻込深の違いを見ると土槽底面付近までの巻込処理では侵入水に対する遅延効果が大きく見られる。しかしながら、約2時間経過した時点（累積雨量 100mm 超）で底面および中央位置の土壌水分計のいずれも大きく反応している。したがって、短期の少降雨であれば巻込による侵入の防止効果はあるものと思われるが、累積雨量が多くなると遅延効果はあるものの吹付背面に雨水が侵入することが推察される。

3. 背面侵入水への対応に関する考察

実験結果を踏まえると、長雨等の累積雨量が比較的多い場合は吹付のり面上部の斜面に浸透した雨水が肩部から吹付背面に回り込み、それが地山の風化・空洞化の要因の1つになっているものと考えられる。また、吹付のり面の横断面の基本形状は図3に示すように大きく3つが想定され、横断面の形状によって雨水の移動・侵入状況が異なり、それにより土砂化や空洞化の発生位置や進行の程度も異なるものと推察される。

(a)の単純な凸型は比較的小規模ののり面で多く見られ、吹付背後の斜面に降った雨水は、地山境界面に沿って表土層中を側方に流れるため吹付背面への侵入はほとんど無いと考えられる。(b)の比較的幅のある饅頭型は、小丘陵地を切土した場合などに見られ、この場合は吹付背後斜面に降った雨水は吹付背面にも若干流入しながら地山境界面に沿って表土層中を側方に流れ、端部で下方に流下することが想定される。その結果、状況によって吹付端部で土砂化・空洞化が顕著になり、状況によっては端部ほどではないが他の部分でも面的に背面の密着性が低下し空洞化が生じることも考えられる。(c)の小溪流等（微地形含む）をまたぐ凹型は、主に連続する山間部の斜面を切土したのり面で多く見られ、この場合は吹付背後斜面に降った雨水は吹付背面にも若干流入しながら元の小溪流等の窪んだ部分に集水され、そこから下方に侵入することが想定される。その結果、状況によって溪流部の下方に位置する部分で土砂化・空洞化が顕著になり、抜落ちもこれが主な要因と考えられる。また、(b)と同様に他の部分でも面的に背面の密着性が低下し空洞化が生じることも考えられる。この3つはあくまで基本的な形状あり、実際には地形や切土条件によってこれらの3つが複合しているので、留意が必要である。

上記の観点から、新設時の対応、既設の維持管理時の対応について考えることとする。新設の場合には、吹付面における表土層と地山の境界の形状を考慮して、地山境界位置での侵入水の集・排水工を検討することが必要と考える。ただし、背後の集水域が小さいのり面では侵入水の影響も小さく、背後の集水域が比較的大きいのり面では侵入水の影響も大きいと考えられ、背後斜面の集水条件を考慮して対応の要否を検討する必要があると考える。一方、既設の場合は、このような地山形状と水の移動経路を考慮して排水孔の状況の確認やハンマー打音検査等を行う位置を効率的に選定して定期点検を行うことで、変状の早期発見と維持管理の効率化が図れるものとする。比較的初期の軽微な段階では、新設と同様の観点で排水孔を追加することが考えられ、ある程度空洞化や土砂化が進行している段階では、充填工や地山補強工等の補強工等の対策工を行う等の段階的な対応も可能と考える。

4. おわりに

今後は、さらに実斜面における吹付のり面の変状に関するデータの蓄積および分析を行い、吹付のり面のマネジメント手法に関する整理を行う予定である。

参考文献：

- 1)「道路土工・切土工・斜面安定工指針」：(社) 日本道路協会、平成 21 年

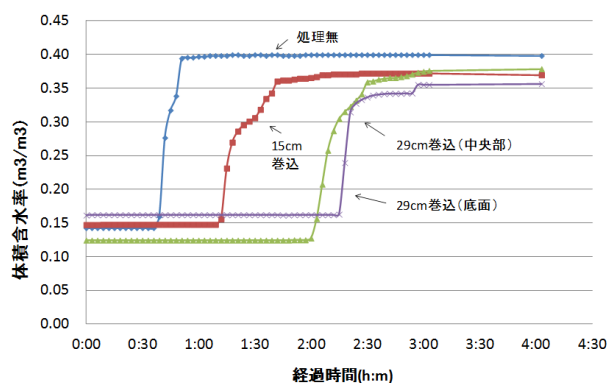
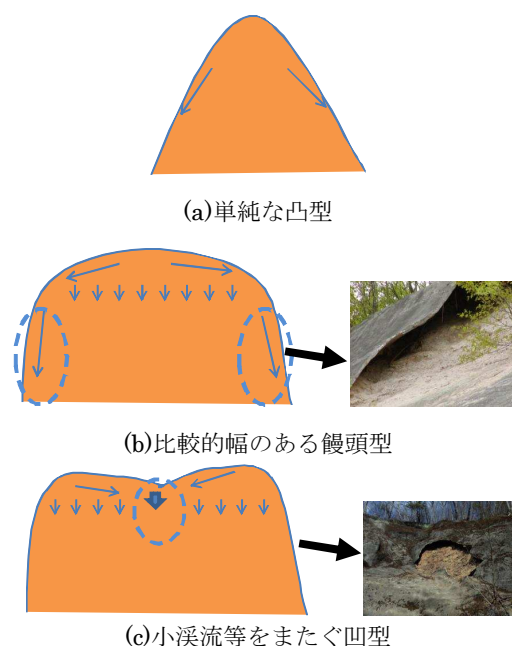


図2 体積含水率の経時変化



※矢印の大小や太さで量の大小をイメージ。
破線囲み部が風化・空洞化の起こりやすい部分

図3 吹付のり面形状と吹付背面の地山境界部の水の流れと被災パターン