

岩砕材料による盛土施工管理方法の提案

Proposed methods of rock fill construction management

北海道開発土木研究所 正員 佐藤厚子 (Atsuko Sato)
 正員 西本 聡 (Satoshi Nishimoto)
 正員 福島宏文 (Hirofumi Fukushima)

1. はじめに

トンネル掘削にともない発生する岩砕は、通常の盛土材料の粒度特性とは異なり大粒径の材料である。このため、一般的な材料による盛土施工の品質管理で実施されている砂置換法による密度管理を適用できない。したがって、これまで岩砕は廃棄処分されたり、堆雪場など管理が不要な箇所へ使用されてきた。しかし、岩砕は十分な強度があることから適切な管理手法が確立できれば優れた盛土材料となりうる。大粒径の材料を有効利用する方法には小割りして盛土材料としたり、施工時の盛土の沈下量により盛土の品質を工法規定により管理する方法が日本道路公団等で規定されている。

本検討では、岩砕を経済的な方法で有効利用する目的から、工法規定による盛土施工管理を実施するために、日本道路公団で実施している沈下量測定による方法およびダム建設における密度管理で用いられている水置換法により岩砕盛土の密度を測定した。その結果、水置換法により転圧状況を確認でき、盛土施工管理として適用できることがわかった。

2. 目的

本検討では、大粒径の材料による盛土施工を実施するための管理手法として、工法管理規定の適用手法を提案することを目的としている。

工法規定として、盛土転圧回数を決定するために3種類の材料により試験盛土を行い、日本道路公団による方法と水置換法による方法を比較検討した。

2.1 日本道路公団による岩砕材料の盛土施工管理方法¹⁾

日本道路公団による岩砕材料の盛土施工管理では、施

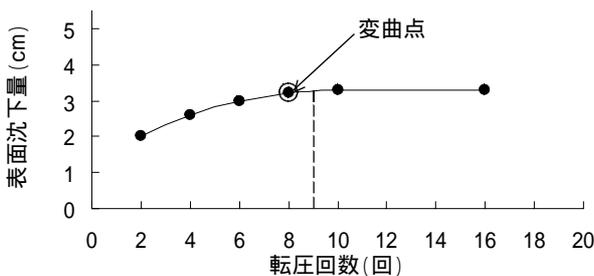


図 - 1 転圧回数と表面沈下量の例

工時に破碎しない岩および気象条件によって細粒化しない岩で最大粒径が大きく、1層の仕上がり厚さが30cm以上となる岩を盛土材料とする場合に適用するものである。すなわち、本施工で用いる施工機械（敷き均し・転圧機械）により、試験盛土を施工して転圧回数を変化させたときの盛土の沈下量を測定し、図 - 1 に示す関係より、変曲点を十分に超えた転圧回数（図では9回転圧）で盛土を転圧することを決定する方法である。

2.2 水置換法による密度の測定方法²⁾

水置換法は、JGS 1612-2003 に定められており、砂置換法による密度測定が難しい岩石質材料を含む土を対象としている。岩石質材料とは、粒径75mm以上の材料をいう。試験は、掘削した孔にシートを敷きこの体積を水で置き換えて密度を測定するものである。孔の掘削にはベースプレートを用いるが、本検討では直径1mの円形または1辺の長さが1mの正方形のベースプレートを用い、試験孔の深さは撒きだし厚とした。施工管理への利用は、日本道路公団による岩砕材料の施工管理方法と同様に、転圧回数と締固め密度の変化より、転圧回数を決定する。

3. 試験方法

3.1 岩砕材料

本検討で用いた岩砕材料とは、トンネル掘削などにより発生した岩砕であり、最大粒径は、300mm ~ 350mmである。岩砕材料の粒度特性を表 - 1 に示す。施工箇所が岩砕材料名である。帯広は他の2試料よりも最大粒径が大きい。帯広、日高は、75mm以上粒径の材料と75mm未満の粒径の材料がほぼ同じで、寿都は、75mm以上の粒径がやや少ない。いずれも粒径が大きく砂置換法による密度管理ができない材料である。岩砕材料の代表例として写真 - 1 に日高の岩砕材料を示す。写真からわかるように、岩砕材料の形状は角ばっている。

表 - 1 試験施工に用いた岩砕材料の粒度特性

岩砕材料名	75mm以上 (%)	75mm未満 (%)	最大粒径 (mm)	含水比 (%)
帯広	43.5	54.5	350	4.45
日高	52.0	48.0	300	3.18
寿都	27.3	72.7	300	8.23

3.2 施工方法

表 - 1 に示す材料について、岩砕盛土施工箇所の第 1 層目を試験盛土とした。図 - 2、3 に示すように、機械による転圧が可能な最低の長さとして 1 区画を 15m とし、A、B、C、D の 4 つのサイトを設置した。A、B、C、D の各サイトを敷き均したあと、A サイト転圧回数 12 回、B サイト転圧回数 8 回、C サイト転圧回数 4 回、D サイト敷き均しのみとし、表 - 2 に示す条件で盛土を施工した。各転圧後に盛土の密度を水置換法で測定するとともに盛土の高さを測定し盛土の沈下量を求めた。なお、帯広の材料のみ試験施工サイトを 5 箇所とし、0、4、6、8、10 回転圧した。



写真 - 1 岩砕材料の例 (日高)

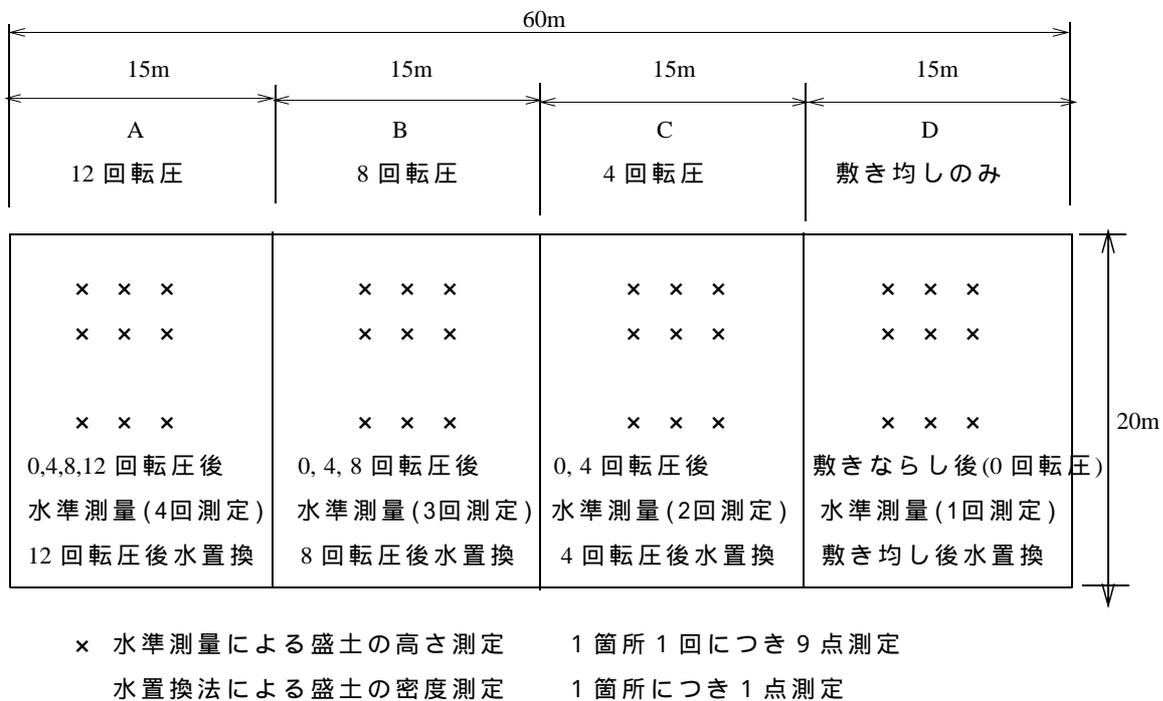


図 - 2 密度の測定および測量実施位置 (平面図)

4. 盛土沈下量測定

4.1 盛土沈下量の測定箇所の検討

帯広では、敷き均し後、4、6、8、10 回転圧後にそれぞれのサイトの盛土高さを測定し、敷き均し直後の高さとの比較により盛土の沈下量を計算した。帯広の材料による転圧回数と盛土の沈下量の関係を図 - 4 に示す。転圧回数と盛土沈下量の間には一定の関係を確認できなかった。このため、施工管理のための転圧回数を決定できない。岩砕材料は、1 個 1 個の粒子が大きいことから、図 - 4 で示す最大沈下量の 7mm は、不陸の範囲に含まれる程度の値である。このため、転圧回数と沈下量との間に明確な関係が見られなくなると考えられる。

そこで、盛土の高さを連続的に測定する箇所に印を付

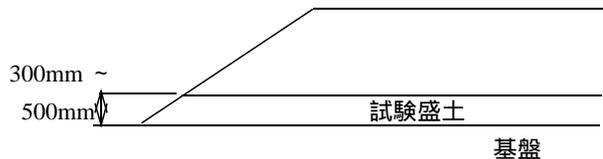


図 - 3 試験盛土横断面図

表 - 2 試験施工の条件

岩砕材料名	撒きだし厚 (cm)	転圧機械	転圧回数 (回)
帯広	50	20t 振動ローラ	0、4、6、8、10
日高	30	13t 振動ローラ	0、4、8、12
寿都	30	10t 振動ローラ	0、4、8、12

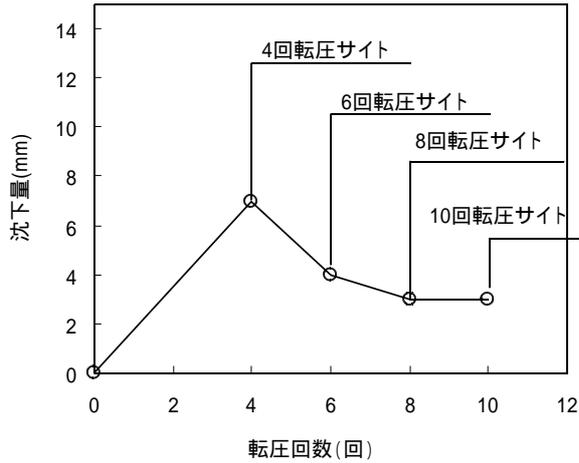


図 - 4 転圧回数と盛土の沈下量（帯広 - サイト別）

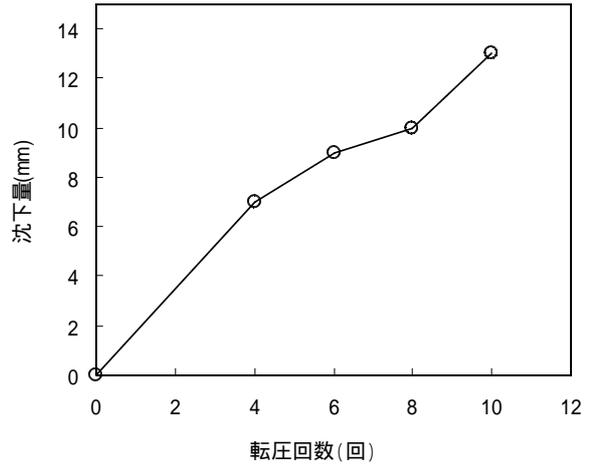


図 - 5 転圧回数と盛土の沈下量（帯広 - 同一地点）

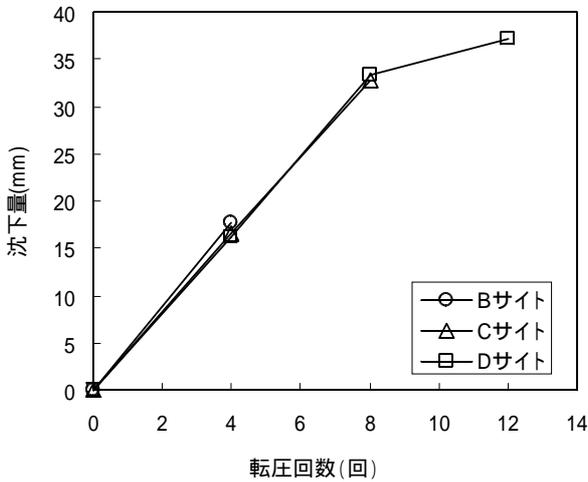


図 - 6 転圧回数と盛土の沈下量（日高）

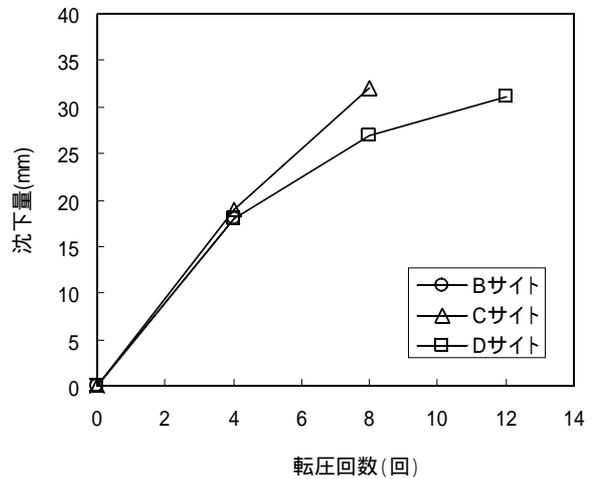


図 - 7 転圧回数と盛土の沈下量（寿都）

け同じ箇所の高さを測定することとした。図 - 4 は、転圧回数と同じ測点での盛土沈下量との関係を示したものである。転圧回数にともない沈下量も大きくなっていることがわかる。これらのことから、転圧回数にともなう盛土の沈下量を求めるためには、同じ地点で連続的に測定した結果より計算しなければならないといえる。

4.2 盛土沈下量の測定回数の検討

転圧回数を 4、8、12 回とすると図 - 1 に示すように 4 回転圧では 3 回、8 回転圧では 2 回、12 回転圧では 1 回盛土の高さを測定することができる。日高と寿都では、それぞれの転圧ごとに盛土の高さを測定した。日高と寿都の転圧回数と盛土の沈下量の関係を図 - 6、7 に示す。どちらの盛土でも 4 回転圧では 3 箇所ともほぼ同じ沈下量であった。日高の現場では、転圧回数 8 回でも 2 箇所の沈下量はほぼ同じであった。寿都では 8 回の転圧時で 7mm 程度の差が生じた。岩砕盛土の転圧回数と沈下量との関係は試験例が少なく不明瞭なため、転圧時の盛土沈下量の測定は、図 - 1 に示すように各サイトで取るよ

うにし、今後の試験施工のデータの積み重ねにより測定回数を決定する。

4.3 測定結果

転圧回数にともなう盛土の沈下量を示した図 - 5、6、7 によれば、帯広では、10 回の転圧までは転圧にともない沈下の変化量が小さくなる傾向は見られない。日高と寿都で転圧回数が 8 回を越えると沈下の変化量は少なくなる傾向にあるが、12 回程度の転圧では明確な変曲点が現れているとは言い難い。したがって盛土の沈下量が一定値となる盛土転圧回数は 12 回よりも大きい。

5. 転圧回数と盛土の密度変化

転圧回数と水置換法により求めた乾燥密度の関係を図 - 7 に示す。帯広、日高、寿都の各現場のいずれも 8 回転圧以降は密度の変化が小さくなる。このことより、3 箇所の現場では盛土転圧回数を 8 回として施工する。盛土の沈下量により転圧回数を決定すると 10 回以上であり、密度の変化から転圧回数を決定する方が、転圧回数

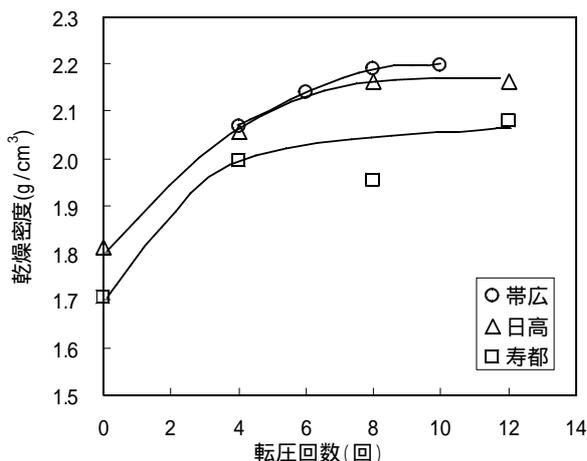


図 - 8 転圧回数と盛土の密度変化

を少なくできた。

なお、密度は一定値になるが沈下量が一定値とならない理由として、転圧の効果が 300mm または 500mm よりも深い基盤部分にまで及んだためと思われる。すなわち、転圧回数が少ないうちは、盛土が締め固められるため、盛土の密度や盛土の沈下量が大きくなる。しかし、ある程度盛土が締め固められると盛土の密度は変化しなくなり、盛土よりも下の基盤が締め固められるために、盛土の密度は変化しないが、盛土の沈下量は大きくなっていくものと考えられる。今後この検証が必要である。

6. 工法規定・施工管理

6.1 転圧回数による工法規定管理の決定

岩砕材料による盛土施工の管理として水置換法による密度から転圧回数を決定することができるが、日々の施工管理には基準値が必要である。日高の現場では、試験施工で決まった転圧回数での沈下量があれば、密度を確保していると見なし、これを日々の管理値として盛土施工を実施することとした。具体的な方法として試験施工で水置換法を実施するとともに盛土の沈下量を求め、決定した転圧回数時に測定した数点の盛土沈下量のうち、最大値、最小値、平均値を求め、実際の盛土が最大沈下量と最小沈下量の間であり、盛土の平均沈下量が試験施工時の沈下量と同等であることを確認するものである。

6.2 岩砕材料による盛土施工管理方法の提案

これまでの検討の結果より、岩砕材料による盛土施工管理方法を以下のように提案する。

本施工の第1層目を試験盛土として、20m × 60m 程度のヤードを確保する。

試験ヤードを 4 分割し、敷き均し、4、8、12 回程程度の転圧により盛土を締め固める。このとき、それぞれの転圧の場所で盛土の高さを測定するとともに水置換法により盛土の密度を求める。

転圧回数と盛土の密度の関係から、密度が変化しな

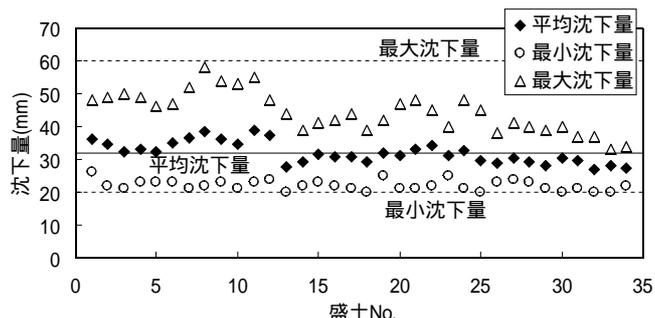


図 - 9 盛土の沈下量 (日高)

い転圧回数を本施工の盛土転圧回数とする。

日々の盛土の施工管理は、で決定した盛土転圧回数時の沈下量の最低値と最大値の間に測定値が入っており、かつ盛土の平均沈下量が試験施工時の平均沈下量と同等であることを確認する。

6.3 工法規定による岩砕盛土の施工

実際の盛土施工管理例として日高の盛土沈下量を図 - 9 に示す。盛土の沈下量は最大値沈下量と最小沈下量の間であり、また平均沈下量もほぼ試験盛土と同じである。このことから密度は十分出ていると判断できる。本検討により提案した施工管理方法が適当であったといえる。

7. まとめ

岩砕材料により盛土を施工する場合、工法管理規定を適用できる。岩砕材料による盛土の施工方法を決定するために試験施工による水置換法が有効な方法であることがわかった。また、転圧時の盛土沈下量を確認することにより施工管理を実施できることがわかった。

8. おわりに

本検討により岩砕材料を盛土材料として利用できることがわかった。今後試験施工をさらに増やし、工法規定管理の実用上の問題点を明らかにするとともに、より適用しやすい方法としていく予定である。

なお、最後になりましたが試験施工のヤードやデータを提供していただきました帯広開発建設部、室蘭開発建設部、小樽開発建設部の関係された皆様には記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路公団：土工施工管理要領、PP.39-44、2001.7
- 2) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説、pp.579-585、2004.6