

効果・効率的な盛土施工について ～これからの盛土施工の考え方と情報化施工の有効活用～

岩谷隆文* 藤野健一** 茂木正晴***

1. はじめに

情報化施工は、建設産業の効率化・生産性向上に寄与する施工手法であり、設計データと施工途中の現況データを用いて高品質な施工を実現し、品質管理や出来形管理に関わる手間も省力できるもので、これまで大規模な施工現場で活用されている。

近年は、河川土工や道路土工での盛土施工においても情報化施工技術を活用した施工管理が進められている。具体的には、盛土の出来形や締固めの状況をICT：情報通信技術（TS：トータルステーション,GNSS：全地球航法衛星システム）を利用して施工することなどがあげられる。

本報告では、盛土施工において現在利用されている情報化施工技術の取り組み状況と現場で利用されている締固め機械の締固め特性と情報化施工技術の適用について述べる。さらに、それらを想定し今後必要となる情報化施工の有効活用及び効果・効率的な盛土施工の考え方を示すものである。

2. 盛土施工における情報化施工技術

現在、盛土施工に利用されているICTの活用に関しては、TS・GNSSを用いた出来形管理技術が推進されており、基本設計データと出来形計測データとの比較に用いられている。具体的には、対象となる盛土においてTSを利用し計測された3次元座標値より、法長・高さ・幅員を算出することにより、丁張り・レベル等による幅員長さの計測が必要なくなるといった作業時間の短縮等の効果が認められている（写真-1）。また、締固め機械の走行軌跡をTS・GNSSによる測量システムによって自動追尾し、施工面に関して所定の回数の締固めを面的に管理するという技術もあり、これらの技術は既に多くの現場での活用が進められているものである。また、平成15年12月に国土交通

省において「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」が作成・運用されている。

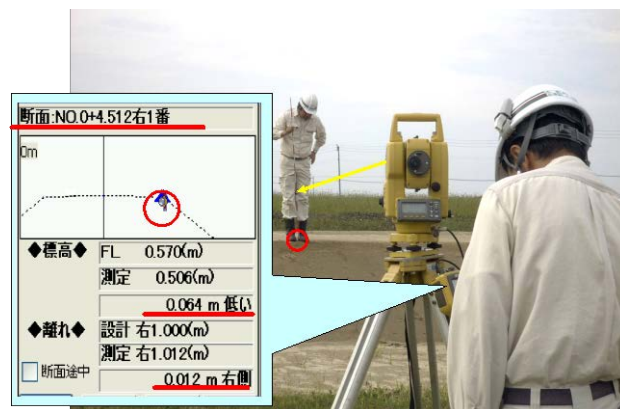


写真-1 TSによる出来形管理

その他、ICTを活用した盛土の締固め管理として、転圧ローラ加速度計測から地盤の締固め程度を評価する手法（振動ローラ加速度法）が開発されている。この技術は、締固めを行いながらリアルタイムに、かつ施工面全体にわたって面的に締固め評価でき従来の品質管理手法に比べて短時間で効率的な締固め管理が期待されるもので、大規模土工を中心に実施工での一部適用が図られている。

このように盛土施工における施工管理・品質確保の観点からICTを活用した情報化施工が推進されており、今後、標準的な手法として普及が推進されることによって、より合理的かつ容易に品質管理確保が図られるものと考えられる。また、情報化施工技術を施工及び品質管理手法のアイテムとすることによって、従来、視認することができなかった盛土の締固め状況をビジュアル的・リアルタイムに確認することが可能となり、きめ細やかな施工管理・監督が可能となるものといえる。



図-1 情報化施工による盛土品質管理

3. 盛土施工の特性についての検証

盛土施工に関して、国土交通省では、共通仕様書に基づくもののほか、現在「河川土工マニュアル,平成21年4月,(財)国土技術研究センター」、「道路土工—盛土工指針,平成22年4月,(社)日本道路協会」の各指針を参照しており、一部において情報化施工を推進するものとなっており、積極的に品質管理や施工管理の向上に努める取組が進められている。

3.1 近年の盛土締固めに関する課題

盛土の品質に関しては、近年の大規模災害（豪雨・地震）による盛土の崩壊が世間の注目を浴びており、より高度な品質が要求されている。

そのため、要求品質を確保するための適切な締固め機械の選定法、施工手法（層厚、締固め回数）及び品質管理手法について検証する必要がある。このことから土木研究所において平成21年度より「盛土施工の効率化と品質管理の向上技術に関する研究」を進めているところである。

土の締固めが盛土の品質を大きく支配する重要なもので、これまでも多くの技術者、研究者が新たな技術を開発、研究を進め、土の締固めによる盛土の品質向上に努めてきた。しかし、現場での盛土施工では経験則に基づき施工を行い、その方法がどの根拠に基づきどのような適用範囲において有効であるか明らかでない場合も多い。特に狭隘部と呼ばれる構造物近傍の裏込め部や地中埋設物の埋め戻し工などの構造物と既存地盤との接合部であり段差を生じやすい特徴をもつが、その

施工に一般的に使用される小型締固め機械についてはよく知られておらず、機種を選定や施工方法などに関する明確なガイドラインなども存在していない。現在、土木研究所では、土研構内の土工実験施設（屋内ヤード）にて、図-2に示す実大盛土を用いた各種締固め機械の機種を選定や施工方法などに関する実験を進めている。

以下、土木研究所での実験による大型締固め機械と小型締固め機械のこれまでの実態概要について述べる。

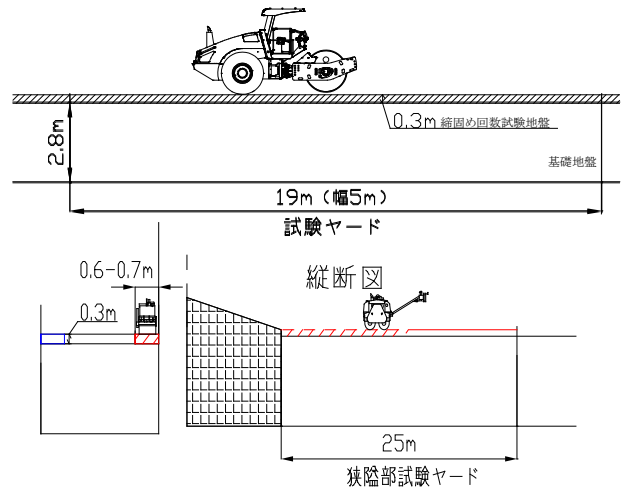


図-2 実験計測（上段が大型機械、下段が小型機械）

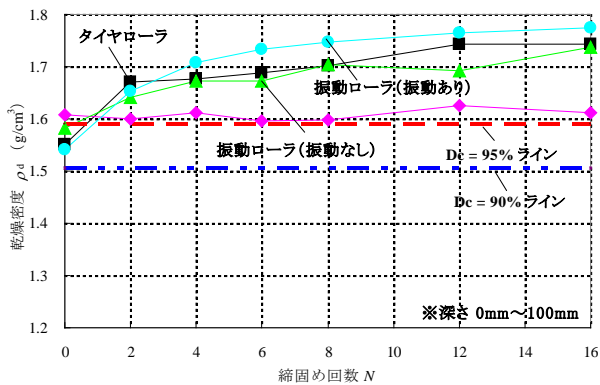
3.2 大型機械の締固め特性

通常、盛土締固めに関しては、ブルドーザによる敷き均し後、タイヤローラ、振動ローラ等により、締固め施工を行っている。本実験では、写真-2に示すように締固め機械を走行させ、締固め回数（2,4,6,8,12,16回）に伴う深さ方向（表層より10,20,30cm）の密度変化について、実験計測し、各種締固め機械の特性を把握した。（計測対象とした土質性状は、砂質土Fc10、最適含水比15%）

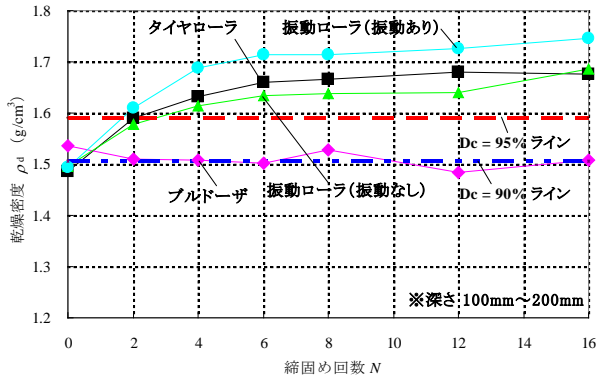
実験結果として、盛土の日常管理基準（路体）とする締固め密度90%（道路土工—盛土工指針H22.4）に対して、ブルドーザを除く、タイヤローラ及び振動ローラは、仕上り厚さが深さ30cmでの施工においても、基準値が確保できることが実験により確認できた（図-3）。



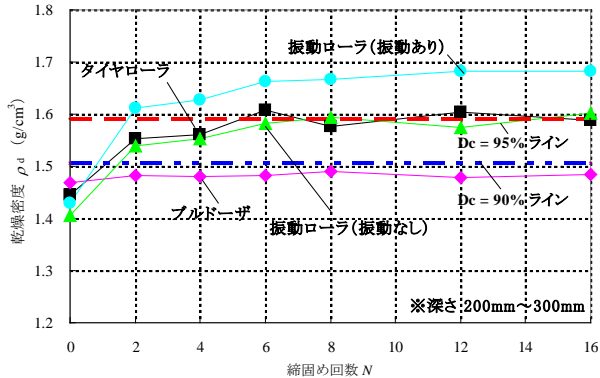
写真-2 大型機械による締固め状況 (例)



(a) 表層0cm~10cm締固め回数-乾燥密度曲線



(b) 表層10cm~20cm締固め回数-乾燥密度曲線

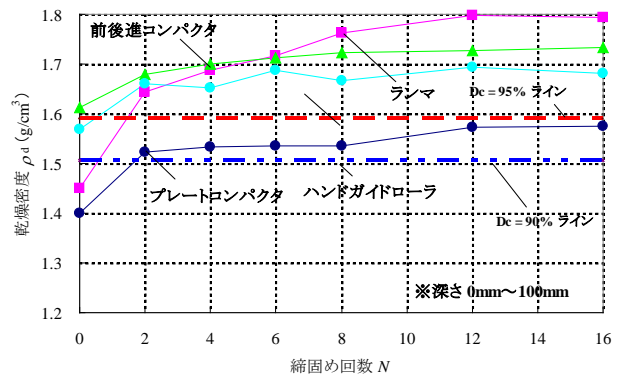


(c) 表層20cm~30cm締固め回数-乾燥密度曲線

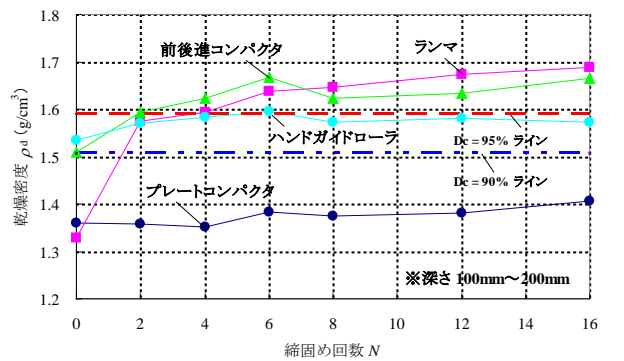
図-3 締固め回数と乾燥密度の関係 (大型機械)

3.3 小型機械の締固め特性

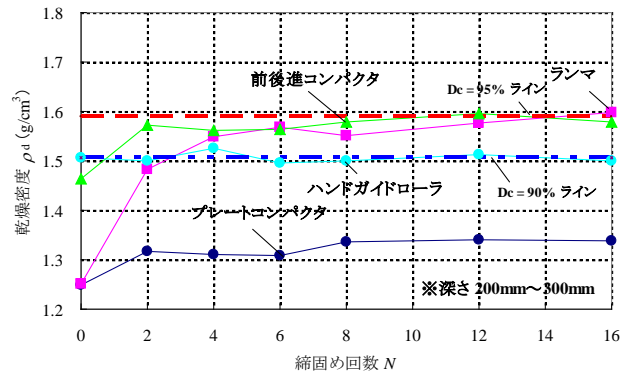
構造物周りや狭隘部の盛土締固めの実態は、一般的にランマ、前後進コンパクタ、小型振動ローラ等により、施工が行われている。実験では、図-3に示す構造物周辺を想定したフィールドでの小型締固め機械特性に関する実験計測を行った (写真-3)。実験結果としては、図-4に示すように盛土の日常管理基準 (構造物取付け部) とする締固め密度95% (道路土工-盛土工指針H22.4) に対して、前後進コンパクタ及びランマに関して、基準値が確保できることが確認できた。



(a) 表層0cm~10cm締固め回数-乾燥密度曲線



(b) 表層10cm~20cm締固め回数-乾燥密度曲線



(c) 表層20cm~30cm締固め回数-乾燥密度曲線

図-4 締固め回数と乾燥密度の関係 (小型機械)

今回の実験から狭隘部施工時に使用される小型締固め機械の性能と品質（締固め状況）の実態について明らかになり、施工条件に応じた適切な施工手法（施工厚さ）および機種を選択を行うための提案ができた。



写真・3 小型機械による締固め状況（例）

3.4 情報化施工技術の適用の必要性

砂質土を用いた大型及び小型締固め機械における締固め実験により、各種締固め機械の特性として締固め回数に対する締固め度を把握した。

結果として、土木研究所での実験により検証した各種締固め機械の砂質土における締固めの実態としては、適切な機械選定と締固め回数によって基準値を確保することができることが確認できた。

更に盛土の品質を確保するためには、適切な締固め機械の選定のほかに施工面において局所的な品質の把握だけによらず、面的な品質の確保が必要だと考えられる。

そのため、前述した情報化施工技術を用いた施工時の回数管理、面管理等の適用が必要だと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、現在盛土施工で実用化されているTS・GNSS等を用いた出来形管理、締固め回数管理、加速度応答技術を用いた締固め管理等といった情報化施工技術について紹介を行った。

さらに、土研内での実験により、大型機械での締固め特性に関しては、振動ローラ（振動あり）が他の締固め機械に比べ、高い締固め能力を示すこととなった。また、ブルドーザに関しては、締固め機械として単独で使用するのではなく他の機械と併用した施工手法が望ましい結果となった。

小型機械での締固め特性に関しては、ランマ、前後進コンパクタに締固め能力の優位性を示した。さらに、プレートコンパクタについては、他の締固め機械に比べ締固め能力は低く、締固め度90%以上を要求されている場合は施工厚さ100mm以下で施工しなければならないなど、施工に際して注意が必要となる結果となった。

今後の課題としては、本実験結果は土質（砂質土：Fc10）、含水比（最適含水比）を限定した結果であり締固め機械の特性把握としては未知の部分が多い。そのため、様々な土質、含水比条件において基礎データ収集・解析を進め、情報化施工技術を含めた施工・品質管理手法の提案を図りたい。

参考文献

- 1) 日本道路協会、道路土工—盛土工指針、2010.
- 2) 国土交通省、情報化施工推進戦略、2008.
- 3) 橋本、藤野、小橋、岩谷：狭隘部に用いる小型締固め機械の特性について 土木学会第66回年次学術講演会 pp.133~134、2011.
- 4) 岩谷、藤野、小橋、茂木、橋本：盛土工事における締固め機械の土の締固め特性について 土木学会第66回年次学術講演会 pp.135~136、2011.

岩谷隆文*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部先端技術チーム
交流研究員
Takafumi IWATANI

藤野健一**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部先端技術チーム
主席研究員
Kenichi FUJINO

茂木正晴***



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部先端技術チーム
主任研究員
Masaharu MOTOKI