

アスファルト混合物の転圧における水平振動ローラの耐久性向上効果に関する検討

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地道路保全チーム
国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地道路保全チーム
北海道科学大学工学部 教授

○田中 俊輔
丸山 記美雄
亀山 修一

近年、道路舗装の長寿命化・高耐久化が求められる一方で、道路予算の縮減に伴い、建設・維持管理コストの低減を図る必要性が生じている。特に積雪寒冷地では外気温が低い、プラントから現場までのアスファルト混合物運搬距離が長いなど、迅速な締固めを必要とする条件下に置かれることが散見され、舗装の品質低下や建設コストの増大につながる可能性もある。そこで本検討では、アスファルト舗装の耐久性向上および積雪寒冷地向けアスファルト混合物の施工性向上、建設コスト縮減を可能にする転圧方法を検討した。

キーワード：水平振動ローラ、耐久性向上、北海道型SMA

1. はじめに

近年、道路舗装の長寿命化・高耐久化が強く求められるようになってきた。一方で、道路予算の縮減に伴い、建設コストや維持管理コストの低減をはかる必要性が生じている。さらに、積雪寒冷地に着目すると、外気温が低い中での施工や、アスファルト合材の製造プラントから施工現場まで長距離輸送が必要となる場合など、迅速な施工、締固めを必要とする条件下に置かれることが散見される。このような状況は、舗装の品質低下や建設コストの増大につながる可能性も考えられる。

そこで本検討は、施工段階における転圧に着目し、アスファルト舗装の耐久性向上および施工性向上、建設コスト削減を可能にする転圧方法を検討した。

具体的には、振動ローラを使用した転圧方法に着目している。振動ローラとは、ローラ内に取り付けてある起振装置で発生させた振動エネルギーを利用して、締固めを行う機械で、自重に加えて振動による動荷重を付加することにより、高い締固め効果を期待することができる。我が国において、振動ローラを用いた施工技術が有効となる可能性を検討した。

2. 振動ローラを用いた転圧方法に関する動向

まず、振動ローラを用いたアスファルト混合物の転圧技術について、海外および国内の動向を調べた。

世界的には、ヨーロッパ（以下、欧州）やアメリカ合衆国（以下、米国）において、大量の混合物を少ない転圧回数で締め固める場合や、高い混合物温度での締固めが必要となるSMA系混合物の施工において、振動ローラが用いられている¹⁾²⁾。

従来は垂直方向の振動によって締め固めるローラによる施工が主であった。しかし、混合物の骨材割れが発生すること、騒音が大きいことや、平坦性や路面のきめなどに影響することが課題であった。そこで、近年注目されているのが、水平振動機構を有するローラ（水平振動ローラ：写真-1）である。特に、欧州アスファルト舗装協会（European Asphalt Pavement Association：EAPA）では、SMAの施工において、水平振動ローラの使用を推奨している³⁾。

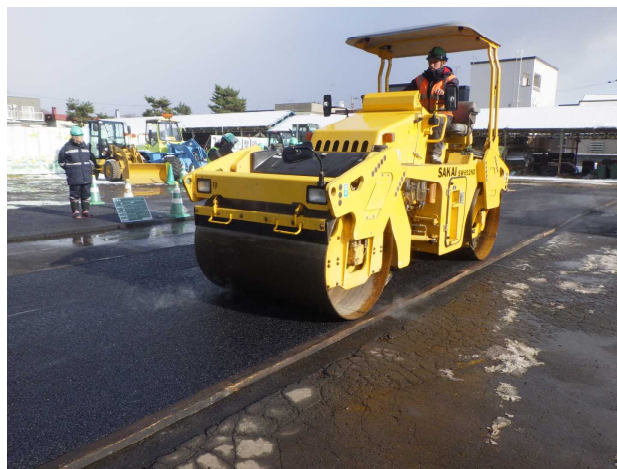


写真-1 我が国で一般的な水平振動ローラ
(機械重量：約7t、転圧幅：約1.5m)

我が国では、表層用アスファルト混合物の施工において、水平振動ローラを用いた施工事例は少ない。そのため、水平振動ローラを用いた転圧方法の有効性、また施工機械体制や転圧回数など、適切な転圧方法について不明な点が多い。また、我が国で入手しやすい水平振動ローラは比較的小型のタンデムローラ（6～7t級）である。これは、米国で使用されている水平振動ローラ（13t



写真-2 米国で使用されている水平振動ローラの一例
(機械重量：約13t, 転圧幅：約2.0m)

級）と比較しても小型であり、機械重量は約半分、転圧幅も狭くなっている。そのような現状も考慮した転圧方法の確立が必要と考えられる。

以上より、我が国において水平振動ローラの普及は進んでいない現状であるが、施工における環境条件が厳しいことがある積雪寒冷地において、高い締固め効果を有すると考えられる水平振動ローラによる施工が有益になる可能性が高いと思われる。

3. 屋外試験による水平振動ローラの有効性検証

(1) 屋外試験の概要

ここでは、表層用アスファルト混合物の施工における水平振動ローラの有効性を明らかにするため、実道における施工を想定した屋外試験を実施した。

まず、転圧方法の機械体制や基本的な動作などの概要を表-1および図-1に示す。本試験で施工する混合物は北海道型SMAとした。これは、一般的なアスファルト混

表-1 屋外試験における施工の概要

工区	敷均し	初期転圧	2次転圧	仕上げ転圧
試験工区	155～175℃	水平振動ローラ (7t・タンデムローラとして使用) 無振動・2回・150～170℃	水平振動ローラ (7t・起振力 105kN・振動数 51.6Hz) 有振動・6回・120～140℃	
比較工区		マカダムローラ (10t) 6回・150～170℃	タンデムローラ (7t) 6回・120～140℃	タイヤローラ (9t) 4回・60～80℃

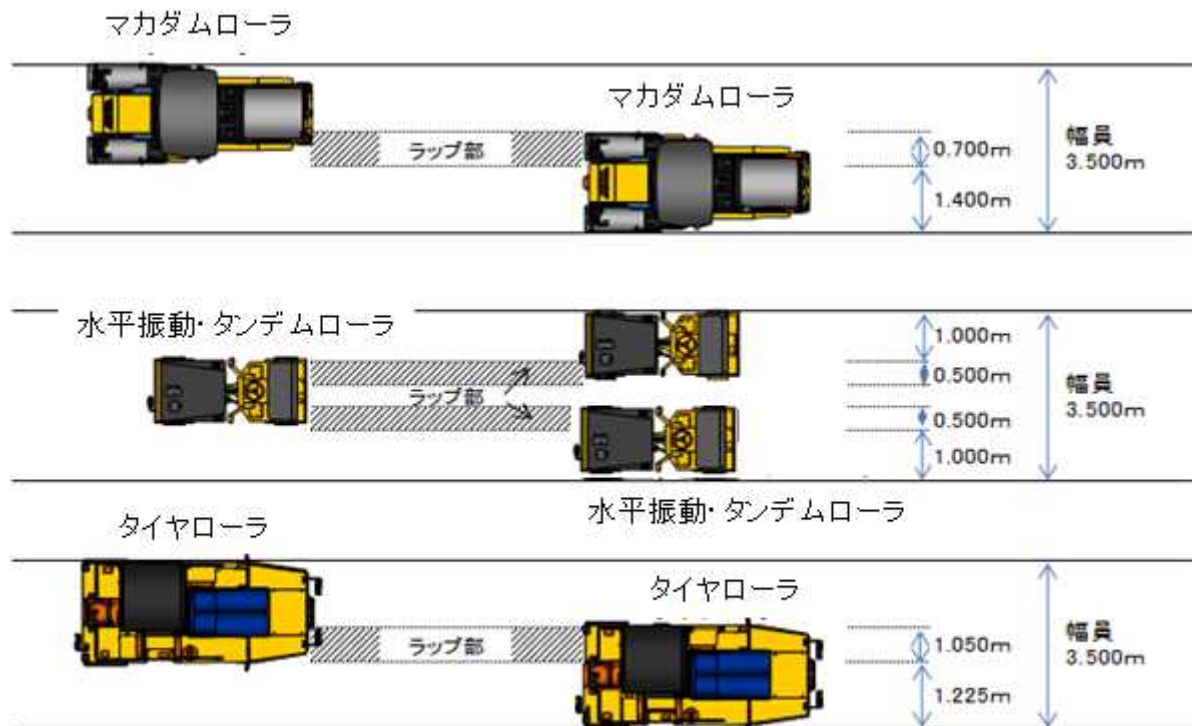


図-1 本試験で使用する各転圧機械の基本的転圧方法

合物と比較して北海道型SMAが高い温度で迅速な締固めが必要となること、また世界的にSMA系混合物での施工例が多く見られるためである。

施工区間は、対面通行区間の片側1車線を想定して幅員3.5mとし、延長は10m、さらに比較工区として北海道型SMAの一般的な転圧方法であるマカダムローラ、タンデムローラ、タイヤローラを用いて転圧する区間も設けた。

表-1のように、比較工区では転圧機械が3台であるのに対し、試験工区では水平振動ローラ1台である。したがって、建設コストの削減に寄与することが期待できる。一方で、水平振動ローラはマカダムローラやタイヤローラより転圧幅が狭い。そのため、本試験の施工条件ではマカダムローラやタイヤローラが2往復で全幅員の転圧ができるのに対し、水平振動ローラは3往復必要であった。そこで、図-1のように混合物の温度低下が早いと思われる端部をまず転圧することで、目標温度内で転圧することができた。

表-2に、施工後の現地測定および耐久性などの評価試験項目を示す。内容は、品質確認を目的とした2項目（締固め度測定および路面きめ深さ測定）と耐久性評価を目的とした2項目（低温カンタブロ試験およびチェーンラベリング試験）の計4項目を実施した。なお、各項目の測定箇所および試験に必要な供試体の採取は、各工区内に設定した20箇所で行った。測定および供試体採取箇所の概要を図-2に示す。

(2) 屋外試験の結果

まず、品質確認に関する項目である締固め度測定および

路面きめ深さ測定の結果を図-3に示す。なお、締固め度、路面きめ深さともに、20箇所の測定結果を平均して示している。

締固め度は、水平振動ローラを用いた転圧方法の方が、比較工区よりも約1%高くなった。したがって、耐久性の向上が期待できる。一方で路面きめ深さは、水平振動ローラを用いた方が約0.1mm小さくなり、北海道開発局における現行の北海道型SMAの出来形管理基準値⁹⁾である0.9mmを若干下回る結果となった。路面きめ深さが最も影響を与えるのは雨天時や冬期の走行安全性能である。既往の研究⁹⁾では、室内試験主体の検証結果に基づく結論であるものの、路面きめ深さ（MPD）が0.7mm以上であれば、走行安全性の機能発現が期待できるとされている。本試験における路面きめ深さは、0.7mmを約0.15mm上回っており、比較工区より路面きめ深さは低下したものの、走行安全性の機能は発揮できる品質は確保していると考えられる。

次に、耐久性評価に関する項目である低温カンタブロ試験（骨材飛散抵抗性評価）およびチェーンラベリング

表-2 現地測定および評価試験項目

現地測定・試験名	目的
締固め度測定	品質確認
路面きめ深さ測定	品質確認（CTメータで測定したMPDで評価）
低温カンタブロ試験	耐久性評価（骨材飛散抵抗性）
チェーンラベリング試験	耐久性評価（耐摩耗性）

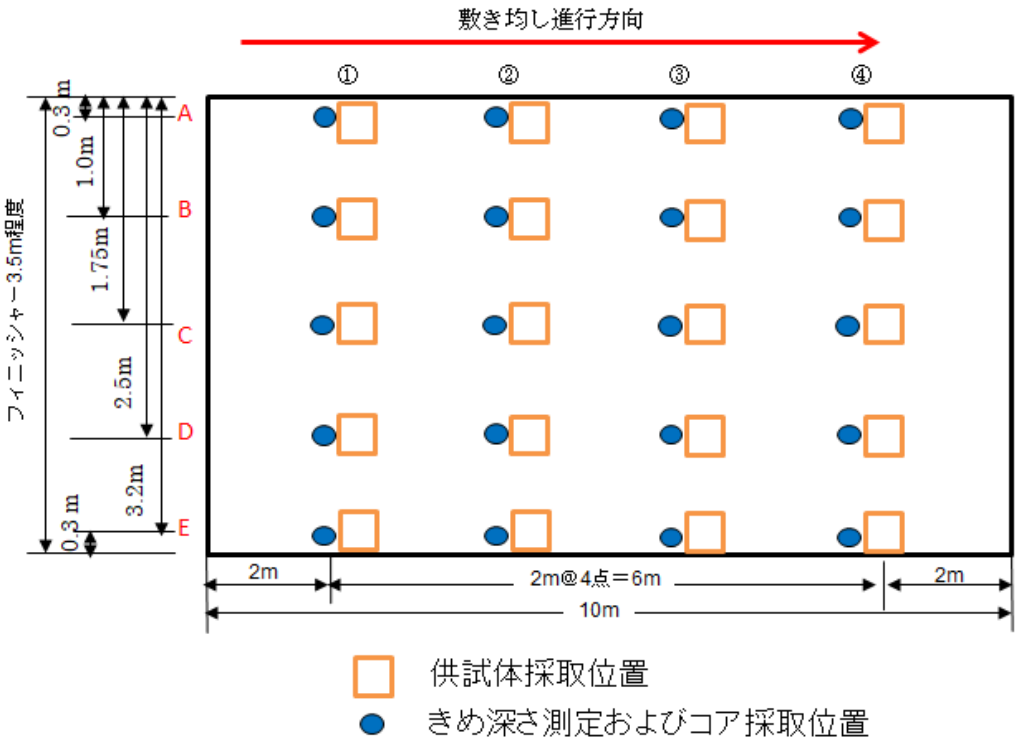


図-2 現地測定および評価試験用供試体採取箇所

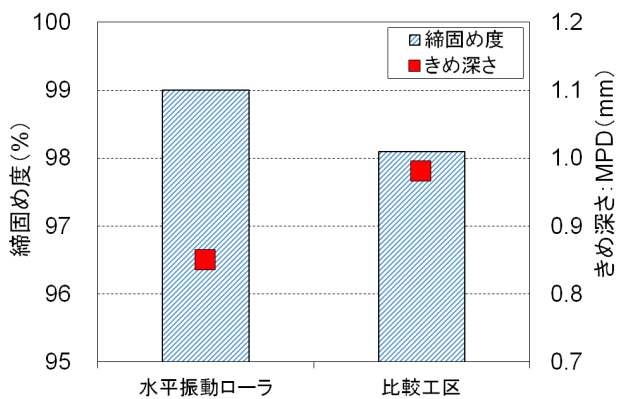


図-3 品質確認に関する項目の測定結果

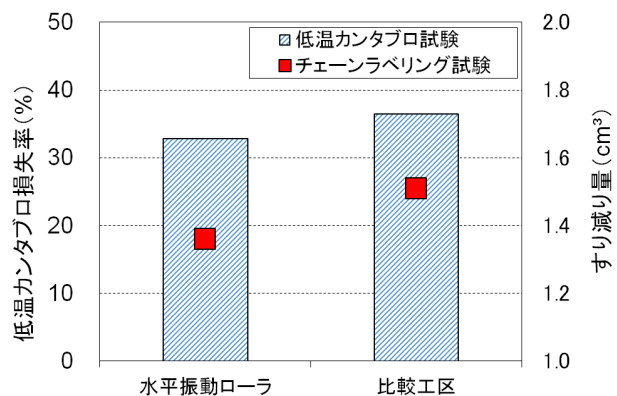


図-4 耐久性評価に関する項目の試験結果

試験（耐摩耗性評価）の結果を図-4に示す。なお、試験条件として、低温カンタブロ試験は試験温度-20℃、チェーンラベリング試験は-10℃と設定した。また、低温カンタブロ試験、チェーンラベリング試験ともに供試体10個の結果の平均値を示している。

低温カンタブロ試験による損失率、およびチェーンラベリング試験によるすり減り量ともに、水平振動ローラを用いた転圧方法の方が低くなっている。したがって、骨材飛散抵抗性および耐摩耗性に優れた仕上がりになったことが確認できた。

以上の結果から、転圧に水平振動ローラを用いることで、表層用アスファルト混合物の耐久性向上が期待できることが明らかになった。

4. まとめ

本研究で得られた知見についてまとめると、以下のとおりになる。

- (1) 水平振動ローラを用いた工区は、締固め度、低温カンタブロ試験、チェーンラベリング試験の結果より、一般的な転圧方法に比べて耐久性向上が期待できる。
- (2) 北海道型 SMA の一般的な転圧方法では、マカダムローラ、タンデムローラ、タイヤローラの3種のローラを用いるが、水平振動ローラを用いることで1種類のローラで転圧が可能になることから、建設コストの縮減に寄与できる可能性がある。
- (3) 路面きめ深さの測定結果について、水平振動ローラを用いた工区では、北海道開発局における現行の北海道型 SMA の出来形管理基準値を若干下回る結果となったが、走行安全性の機能発現は期待できる程度の路面きめ深さは確保できている。

以上より、表層用アスファルト混合物の転圧における水平振動ローラの適用が、特に積雪寒冷地において有効となりうる可能性を見出すことができた。

一方で、我が国で比較的入手しやすい水平振動ローラはマカダムローラなどと比較して小型のタンデムローラ（6-7t）であり、転圧幅が狭くなる。このような現状を考慮して、施工機械体制や転圧回数、適用条件などを明らかにし、適切な施工方法を明確にしなければならないと考えている。このような課題の克服に向けて、今後も試験施工などを実施しながら、継続して検討していく予定である。

参考文献

- 1) Krzysztof Blazejowski: Stone Matrix Asphalt -Theory and Practice-, CRC Press, pp.179-184, 2011
- 2) Todd Mansell: Best Practices -Construction-, 1st International Conference on Stone Matrix Asphalt, 2017.
- 3) European Asphalt Pavement Association (EAPA): Heavy Duty Surfaces -The Arguments for SMA-, pp.27, 2018.
- 4) 田中俊輔, 丸山記美雄, 武市靖, 古田智大: 北海道型 SMA の高耐久化と走行安全性に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol.74, No.3 (舗装工学論文集第 23 巻), pp.105-112, 2018.