

未利用アスファルト材料を用いた
床版舗装の適用性に関する
共同研究報告書
ーコンクリート床版に適用可能な
遮水性アスファルト混合物の開発ー

令和3年3月

国立研究開発法人土木研究所
日本道路株式会社

Copyright © (2021) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、国立研究開発法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、国立研究開発法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

未利用アスファルト材料を用いた床版舗装の 適用性に関する共同研究報告書

ーコンクリート床版に適用可能な遮水性アスファルト混合物 の開発ー

国立研究開発法人土木研究所舗装チーム	上席研究員	藪	雅行
	統括主任研究員	寺田	剛
	主任研究員	川上	篤史
	交流研究員	渡邊	真一

日本道路株式会社 技術研究所	副部長	梶谷	明宏
	主任研究員	徳光	克也
	主任研究員	児玉	健
	副主任研究員	常松	直志
	研究員	藤井	洋志
	研究員	朴	希眞

要 旨

橋面舗装の防水層として鋼床版では、一般にグースアスファルト混合物（従来グース）が用いられている。従来グースのバインダは、ストアス 20-40 に TLA を添加した硬質アスファルトを用いている。この従来グースは、①TLA が輸入品であり、供給が不安定。②TLA 独特の臭気が環境負荷につながる。③大型車交通量が多い過酷な条件でわだち掘れが発生しやすいなどの課題が挙げられる。一方、Co 床版では、防水層として塗膜系防水層やシート系防水層が施されているが、①養生時間等を含めて施工効率が低い。②床版との接着不良に起因する損傷などの課題がある。本共同研究では、これら既存の床版防水工法の課題を解決するため、専用のポリマー改質アスファルト（以下、グース用改質バインダ）を使用して、コンクリート床版および鋼床版に適用可能なグース代替となる新しい舗装系防水層の開発を行い、その適用性について評価した。

キーワード：インフラ，維持管理，橋面舗装，床版防水，コンクリート（RC）床版，グース

目次

1. 研究背景	1
2. 開発目標	2
3. コンクリート床版への適用	2
3.1 使用材料	2
3.1.1 材料の概要	2
3.1.2 材料の性状	3
3.2 室内配合の検討	3
3.2.1 評価項目	4
3.2.2 室内配合の検討結果	4
3.3 試験施工	5
3.3.1 概要	5
3.3.2 施工フローと施工状況	7
3.3.3 試験施工結果	10
3.4 まとめ	15
4. 鋼床版への適用	16
4.1 使用材料	16
4.1.1 材料の概要	16
4.1.2 材料の性状	16
4.2 室内配合の検討	17
4.2.1 評価項目	18
4.2.2 室内配合の検討結果	18
4.3 試験施工	19
4.3.1 概要	19
4.3.2 施工フローと施工状況	21
4.3.3 試験施工結果	24
4.4 まとめ	30
5. 結論	31
付録	32
付録-1 コンクリート工区施工状況	32
付録-2 鋼床版工区施工状況	43
付録-3 試験施工使用の混合物試験状況	53
付録-4 コンクリート工区の混合物試験 及び路面測定結果(バックデータ)	57
付録-5 鋼床版工区の混合物試験及び路 面測定結果(バックデータ)	95
付録-6 投稿論文	133

1. 研究背景

道路橋は河川や山間部、首都圏の都市高速自動車道などの道路交通網として大変重要な機能を有している。近年では経済活動に伴う物流の増加、自然災害に対する防災・減災などの観点から長期供用性の確保が求められている。道路橋は、一般道路に比べて代替ルートが少ないため交通流が集中しやすく、橋面上の舗装に大きな負荷がかかる。道路橋上を通行する車両などの荷重やたわみ等の交通作用は舗装を構成する各層に伝播され、最終的に道路橋床版（以下、床版）によって支持されるが、橋面舗装の損傷によって雨水等の劣化因子が侵入することで、床版部材の劣化が進行し重大な欠陥や事故につながる恐れがある。

床版の種類は主に鋼床版とコンクリート床版の2つに分類され、床版保護を目的にそれぞれ異なる防水層が施されている。一般に鋼床版上には緻密なアスファルト混合物層が厚さ40mm程度の基層として舗設され、コンクリート床版上には厚さ数mmの防水層が施された後に基層、表層が構築される。表層のアスファルト混合物層には直接車輪が接地するため交通快適性や安全性を確保する機能が求められるが、基層には床版の劣化因子（損傷要因）である雨水等から床版を保護する機能が求められ、特に高い水密性とたわみ追従性が要求される。

一般に、鋼床版橋の基層にはグースアスファルト混合物（以下、グース）が用いられている。従来用いられてきたグースは、ストレートアスファルト20～40（以下、ストアス20/40）に改質材としてトリニダッドレイクアスファルト（以下、TLA）を混合した硬質アスファルトが使用されている。このグース（以下、従来グース）には以下のような課題が指摘されている。

- 1) 耐流動性が低いため塑性変形を生じやすい
- 2) TLAは南米から輸入されるため供給の安定性が確保できない
- 3) TLAは小割にして投入されるため、プラントでの作業に負担がかかる
- 4) 混合物製造時にTLA特有の臭気や白煙が生じるため周辺環境に負荷がかかる
- 5) 施工性を確保するため混合物を240℃程度まで加熱する必要がある

水密性やたわみ追従性に優れる一方で、舗装体としての耐久性や混合物製造における作業負荷、環境負荷など様々な課題がある。

一方、コンクリート床版では240℃程度のグースを舗設することで、コンクリート内部の水分が蒸発してブリスタリングを生じる懸念があるため、グースの適用が控えられる。そのため、コンクリート床版には塗膜系防水層やシート系防水層が施される。塗膜系防水層は一般に複数の層構造が必要であり、各層を施工するごとに養生時間を要するため施工効率が低く施工時間がひっ迫する。シート系防水は人力による防水シートの敷設によって、塗膜系防水と同様に施工時間がひっ迫することや、床版との接着不良に起因する損傷を生じるリスクが高い。

そこで本共同研究では、これら既存の床版防水工法の課題を解決するため、専用のポリマー改質アスファルト（以下、グース用改質バイнда）を使用して、コンクリート床版および鋼床版に適用可能なグース代替となる新しい舗装系防水層（以下、開発グース）の開発を行い、その適用性について評価した。

2. 開発目標

従来グースが抱える諸課題を解決するため、以下のことを念頭に開発グースの性能目標値を設定した。開発グースの開発目標値を表-2-1に示す。

- 1) 特別な施工機械や作業の熟練度、特殊性を必要としないこと
- 2) 橋面舗装の耐久性向上のため、耐流動性を向上すること
- 3) 雨水等から床版を保護するため、適切な防水性能を有すること
- 4) コンクリート床版に適用するため、混合物温度を従来グースより低温化すること
- 5) 材料を安定供給するため、国内で製造可能なバインダを使用すること
- 6) 作業環境や周辺環境への負荷を低減するため、臭気や白煙の発生を抑制すること

表-2-1 開発グースの性能目標値

項目	評価指標	目標値	一般的な値 または基準値
混合物温度	温度 (°C)	185±5	220～240
施工性	リュエル流動性 (秒)	3～20 ¹⁾	
耐流動性	動的安定度 (回/mm)	600以上	300
高温時の安定性	貫入量 (mm)	1～6 ²⁾	
たわみ追従性	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	8以上 ³⁾	
臭気	カウント値	300以下	500～600程度

3. コンクリート床版への適用

3.1 使用材料

3.1.1 材料の概要

本検討で使用した材料の概要を表-3-1に示す。

表-3-1 開発グースに使用した主要材料の概要

	材料名	製造者・供給元	材質
バインダ	グース用改質バインダ	日本道路 (株)	-
粗骨材	6号砕石	塚田陶管 (株) 茨城県土浦市	硬質砂岩
	7号砕石	塚田陶管 (株) 茨城県土浦市	硬質砂岩
細骨材	細砂	小林建材 (有) 千葉県佐原市	-
石粉	石灰岩	田政礦業 (株) 栃木県栃木市	-
特殊添加剤	施工性改善剤	日本道路 (株)	-

3.1.2 材料の性状

グース用改質バインダの性状を表-3-2、骨材の物理性状を表-3-3に示す。

表-3-2 グース用改質バインダの性状

項目	開発バインダ	標準的性状
針入度 (25℃) (1/10mm)	34	20~40
針入度 (60℃) (1/10mm)	178	100~200
軟化点 (℃)	102	80.0 以上
伸度 (15℃) (cm)	81	30 以上
薄膜加熱質量変化率 (%)	-0.06	0.6 以下
薄膜加熱後の針入度残留率 (%)	88.2	65 以上
引火点 (℃)	337	260 以上
粘度 (180℃) (mPa・s)	298	報告

表-3-3 骨材の物理性状

項目		6号碎石	7号碎石	細砂	石粉
密度 (g/cm ³)	表乾	2.668	2.584	2.608	-
	かさ	2.649	2.560	2.550	-
	見掛け	2.701	2.622	2.709	2.738
吸水率 (%)		0.73	0.92	2.31	-
通過質量百分率 (%)	19.0 (mm)	100.0	-	-	-
	13.2	95.5	100.0	-	-
	4.75	5.3	92.5	100.0	-
	2.36	-	20.9	96.3	-
	600 (μm)	-	1.9	73.6	100.0
	300	-	-	35.0	96.2
	150	-	-	6.0	-
	75	-	-	1.1	77.3

3.2 室内配合の検討

開発グースの室内配合の検討における混合物配合を表-3-4、合成粒度を図-3-1、表-3-5に示す。なお、施工性改善を目的に特殊添加剤（以下、添加剤）を加えた配合についても検討した。

表-3-4 開発グースの混合物配合

AS量	粗骨材		細骨材		石粉	計	添加剤
	6号碎石	7号碎石	砕砂	細砂			
7.4	25.0	24.5	-	16.2	26.9	100	AS量の5%

(単位：%)

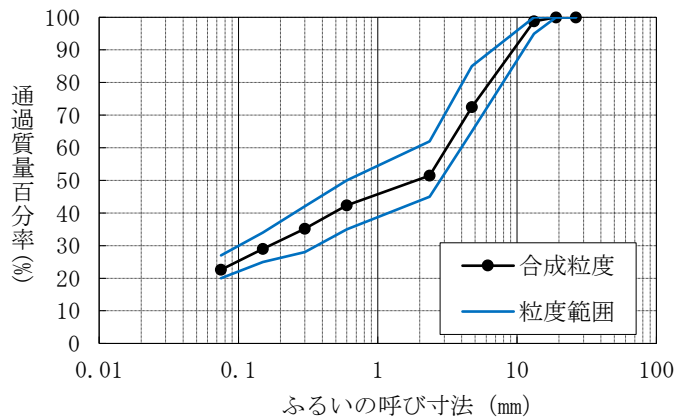


図-3-1 開発グースの合成粒度

表-3-5 通過質量百分率

ふるい目 (mm)	合成粒度 (%)	粒度範囲 (%)
19.0	100.0	100
13.2	98.8	95~100
4.75	72.4	65~85
2.36	51.5	45~62
0.6	42.4	35~50
0.3	35.1	28~42
0.15	28.9	25~34
0.075	22.6	20~27

3.2.1 評価項目

室内配合の検討で評価した項目と目標値を表-3-6に示す。

表-3-6 室内配合の検討項目と目標値

項目	評価指標	目標値
混合物温度	温度 (°C)	185±5
施工性	リュエル流動性 (秒)	3~20
耐流動性	動的安定度 (回/mm)	600以上
たわみ追従性	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	8.0以上
高温時の安定性	貫入量 (mm)	1~6

3.2.2 室内配合の検討結果

開発グースの室内配合の検討結果を表-3-7に示す。

開発グースは、特殊添加剤を加えることで添加剤なしに比べて15°C程度低い混合物温度でリュエル流動性を満足し、約2倍の動的安定度を示した。また、貫入量が極めて小さかったことから静的荷重にも高い安定性を有すると考えられる。

表-3-7 室内配合の検討結果

項目	試験値		目標値
	添加剤なし	添加剤あり	
混合物温度 (°C)	200	185	185±5
リュエル流動性 (秒)	16.9	16.6	3~20
動的安定度 (回/mm)	830	1,540	600以上
曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	10.4	8.1	8.0以上
貫入量 (mm)	1.44	0.6	1~6

3.3 試験施工

室内配合を検討した結果、従来グースに比べて混合物温度を低減でき、800～1500回/mm程度の高い動的安定度を確保できることが確認された。そのため、現場への適用性を検討するため（国研）土木研究所の舗装走行実験場において試験施工を実施することとした。

3.3.1 概要

1) 試験施工の概要を表-3-8、図-3-2、図-3-3に示す。

表-3-8 試験施工の概要

項目	内容
日時	2017年9月19日(火)～21日(木)
場所	(国研)土木研究所 舗装走行実験場
出荷プラント	日本道路(株)茨城合材センター
施工面積	5m×15m=75m ² (37.5m ² ×2工区)

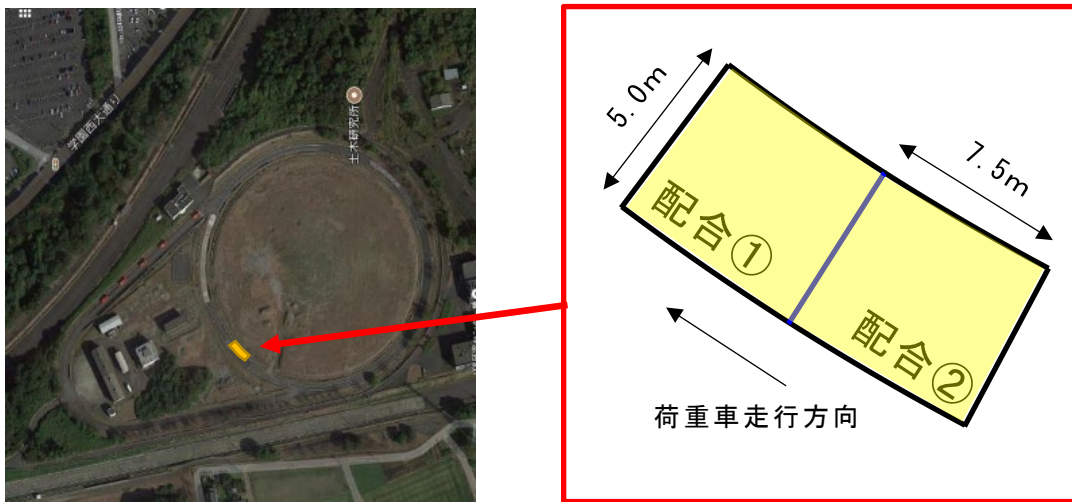


図-3-2 試験施工位置図

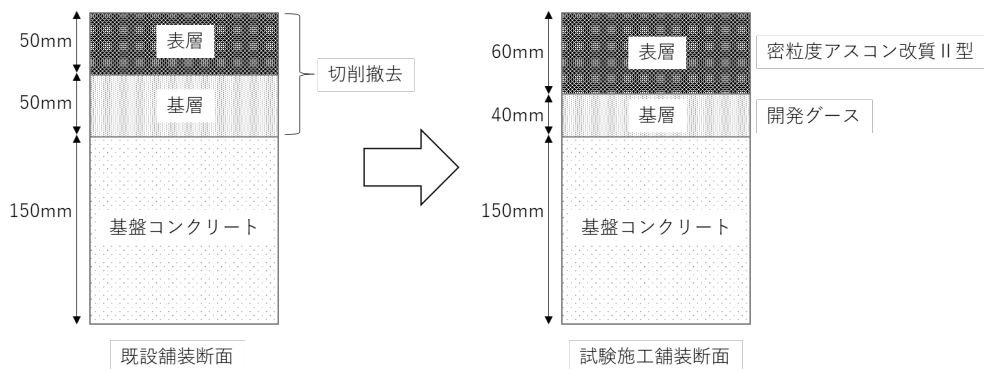


図-3-3 舗装断面

2) 主要機械、機械編成を表-3-9に示す。

表-3-9 主要機械

名称	用途	数量	単位	備考
切削機	既設舗装撤去	1	台	SAKAI (ER552F)
ショットブラスト	基面整正、研掃	1	台	2-20DT
クッカ車	混合物製造、運搬	2	台	横式
グースフィニッシャ	舗設	1	台	SUMITOMO (HGP55W)

3) 主要材料および検討した配合を表-3-10、表-3-11に示す。

表-3-10 主要材料

工種	材料名	製造者・供給元	数量	
準備工	溶剤型プライマー	ニチレキ (株)	-	
基層工 (開発グース)	グース用改質バインダ	日本道路 (株)	10t	
	粗骨材	6号砕石		塚田陶管 (株) 土浦市
		7号砕石		塚田陶管 (株) 土浦市
	細骨材	細砂		小林建材 (有) 香取市
	石粉	石灰岩		田政礦業 (株) 栃木市
	特殊添加剤	日本道路 (株)		
表層工	密粒度アスコン (13) 改質II型	日本道路 (株)	12t	

表-3-11 検討した配合

配合	AS量	粗骨材		細骨材		石粉	添加剤	計
		6号砕石	7号砕石	砕砂	細砂			
配合①	7.4	25.0	24.5	-	16.2	26.9	なし	100
配合②	7.4	25.0	24.5	-	16.2	26.9	0.37	100.37

(単位: %)

4) 開発グースの製造条件を表-3-12、表-3-13に示す。

表-3-12 プラントでの製造条件

項目	条件
目標混合温度	170℃程度
骨材温度	250℃
石粉温度	常温
ミキシング	ドライ: 30秒, ウェット: 70秒
1バッチ練り量	1t

表-3-13 クッカ車での製造条件

配合	目標混合物温度	クッキング時間	積載	備考
配合①	210℃	1.5時間	5t	特殊添加剤なし
配合②	185℃	1.5時間	5t	特殊添加剤あり

5) 開発グースの評価項目を表-3-14に示す。

表-3-14 開発グースの評価項目

時期	評価項目	評価方法	備考
ク ッ カ 車 ト	混合物の粒度	ホットビン粒度	AP 出荷時
	排出温度	デジタル温度計	AP・クッカ車
	クッキング温度	デジタル温度計	クッキング時
	臭気	臭気測定	AP・クッキング時
現 場 室 内	コンクリート基盤きめ深さ	CTメータ	研掃後
	コンクリート水分量	水分量計	プライマー施工前
	施工性	リュエル流動性試験	施工時
		目視確認	〃
	耐流動性	ホイールトラッキング試験	現場作製供試体
	高温時の安定性	貫入試験	〃
	たわみ追従性	曲げ試験	〃
	付着性	直接引張試験	採取コア
	臭気	臭気測定	施工箇所周辺
水密性	透気試験	施工後	
	加圧透水試験	採取コア	

3.3.2 施工フローと施工状況

1) 試験施工フローを図-3-4に示す。

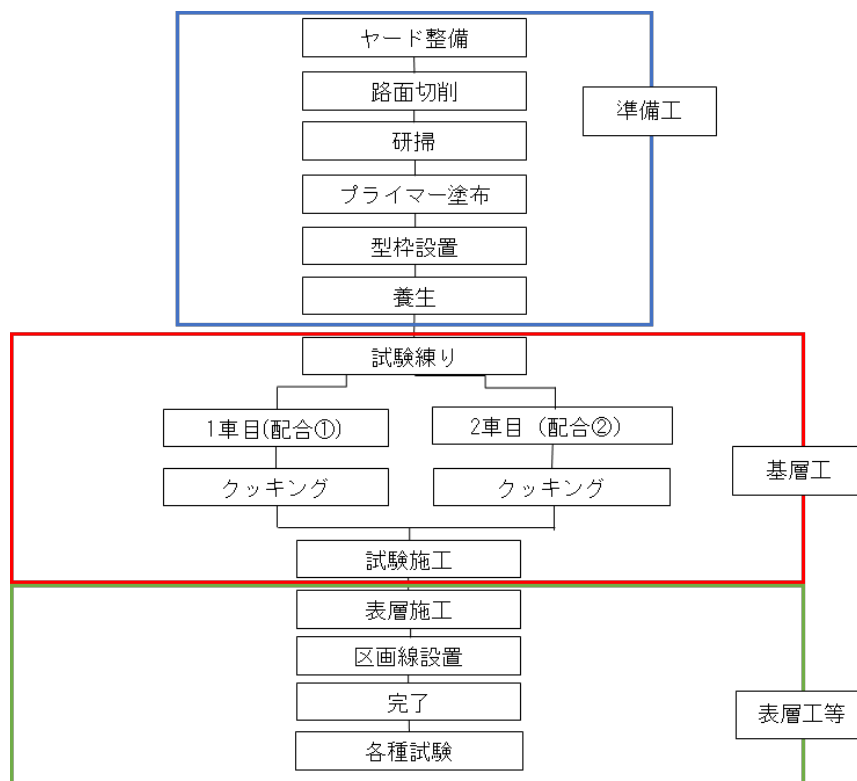


図-3-4 試験施工フロー

2) 施工状況

2-1) 準備工

試験施工箇所の既設アスファルト舗装を一般的な大型路面切削機にて撤去を行った。既設舗装撤去の状況を写真-3-1に示す。

撤去後のコンクリート基盤面は、過去の施工による切削跡（切削溝）や補修箇所が散見された。そのため、切削残りや脆弱箇所を除去するため、ショットブラストによる研掃処理を実施した。投射条件は、 $150\text{kg}/\text{m}^2$ で2pass程度とした。端部などはグラインダを用いて人力によって研掃した。研掃状況を写真-3-2に示す。また、研掃後のコンクリート基盤面を写真-3-3、CTメータを用いて測定したコンクリート基盤表面のテクスチャを表-3-15に示す。

研掃終了後、接着不良の原因となるホコリなどを十分に除去し、コンクリート水分量計（ketto水分計）を用いて含水状態を確認した。水分量は1.6～1.8%程度であり、道路橋床版防水便覧の基準⁴⁾

（10%以下）を満足したためプライマーの塗布を実施した。プライマーはニチレキ社製カチコートRを使用し、ゴムレーキとローラー刷毛を用いて $0.4\text{L}/\text{m}^2$ で塗布した。プライマー塗布状況を写真-3-4に示す。



写真-3-1 舗装撤去状況



写真-3-2 研掃状況



写真-3-3 研掃後の表面

表-3-15 コンクリート表面のきめ深さ

位置	側点	MPD (mm)	
		測定値	平均値
配合①	1	2.05	1.85
	2	1.72	
	3	1.77	
配合②	1	1.75	1.50
	2	1.08	
	3	1.67	



写真-3-4 プライマー塗布状況

2-2) 基層工（開発グースの施工）

開発グースは、日本道路（株）茨城合材センターで製造しプラント構内にて 30 分程度加熱混合した後に現場へ運搬した。現場までの運搬時間は 15 分程度であった。開発グースの練り落とし状況を写真-3-5 に示す。開発グースは通常の合材と同様に練り落とすことが可能であり、問題なくクッカ車への積み込みが完了した。

現場到着後、所定の混合物温度に達するまでクッキングを行い、リュエル流動性試験にて開発グースの流動性を確認した後にグース AF への荷下ろし、舗設を実施した。クッカ車からの荷下ろしは、従来グースと同様に問題なく実施可能であった。クッカ車からの荷下ろし状況を写真-3-6 に示す。

グース AF での敷きならしは、従来グースと同様の施工編成で特別な熟練度などを必要としなかった。起終点は人力での施工を要したが、端部への材料供給もグース AF にて良好に巻き出すことができた。グース AF での敷きならし状況を写真-3-7 に示す。

開発グースの仕上がりは配合①（210℃）の場合、微小のブリストリング（気泡）が発生した。配合②（185℃）では、ほとんど発生しなかった。仕上がり表面を写真-3-8 に示す。

2-3) 表層工

開発グース舗設完了後、舗装表面が 50℃以下になったことを確認して、表層の施工を実施した。完了状況を写真-3-9 に示す。



写真-3-9 完了状況



写真-3-5 練り落とし状況



写真-3-6 荷下ろし状況



写真-3-7 敷きならし状況



写真-3-8 仕上がり表面

3.3.3 試験施工結果

1) 混合物粒度

プラント出荷混合物の合成粒度を図-3-5、表-3-16に示す。なお、粒度確認の試料は出荷終了後のホットビンを採取した。

ホットビンふるい分け試験の結果、0.6~0.3mm通過量が2%程度小さかったが、おおむね目標粒度通りの骨材配合であった。

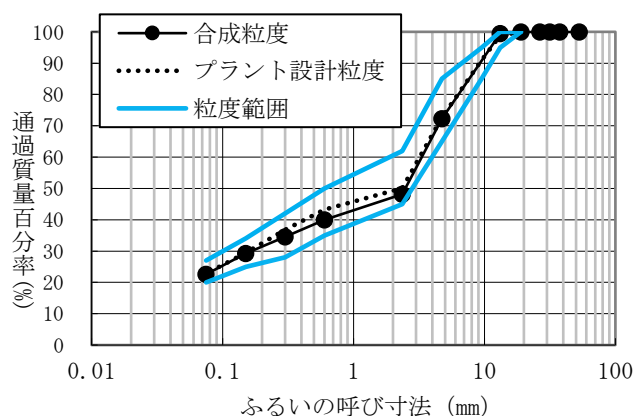


図-3-5 ホットビンの合成粒度

表-3-16 通過質量百分率

ふるい目 (mm)	設計粒度	合成粒度	粒度範囲
19.0	100.0	100.0	100
13.2	99.5	98.8	95~100
4.75	72.3	72.7	65~85
2.36	48.2	50.1	45~62
0.6	40.0	43.2	35~50
0.3	34.6	36.8	28~42
0.15	29.2	29.4	25~34
0.075	22.6	22.8	20~27

(単位：%)

2) 混合物温度

プラント練り落としからクッキング完了までの温度測定結果を表-3-17、図-3-6に示す。

プラント練り落とし温度は170℃程度と目標温度程度であった。また、配合に係わらずクッカ車に積載すると一度温度が低下した後を上昇することがわかった。クッキング時間は1.5時間程を予定したが、3~4時間程度の時間を要した。これは混合物の急激な温度上昇による劣化等の性状変化を抑制するためにバーナー吐出量を50%程度抑えたためであると考えられる。

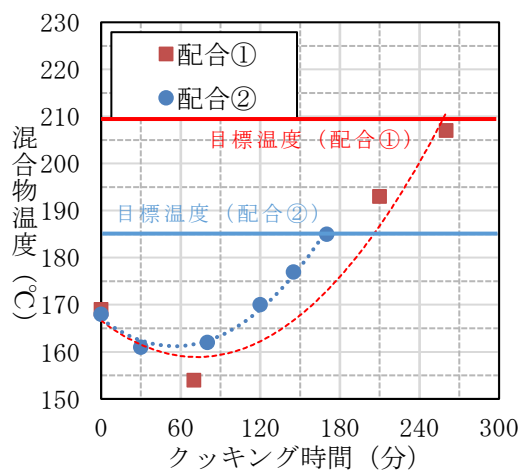


図-3-6 混合物温度測定結果

表-3-17 混合物温度測定結果

経過時間 (分)	配合① (°C)	配合② (°C)
練り落とし	169	168
クッキング	30	-
	70	154
	80	-
	120	-
	145	177
	170	185
	210	193
	260	207

3) 臭気

開発グースのプラント練り落とし、クッキングおよび施工時に臭気測定を実施した。臭気測定状況を写真-3-10、写真-3-11に、測定結果を表-3-18に示す。

臭気測定の結果、開発グースの製造から施工まで臭気計カウント値は120～165程度であり、従来グースの1/2以下であった。施工従事者、関係者からは通常のアスファルト混合物施工と同程度であると評価された。従来グースで問題となる白煙の発生もなく、作業環境や周辺環境への影響が小さいことが確認された。



写真-3-10 プラント練り落とし



写真-3-11 荷下ろし

表-3-18 臭気測定結果

測定状況	測定値 (カウント値)	目標値
プラント練り落とし	120	300 以下
クッキング	120	
施工 (荷下ろし)	165	
(参考) 従来グース室内製造	500～600 程度	-

4) 施工性

グース混合物の施工性は、混合物温度によって大きく変化する。そのため、目標温度までクッキングした後にリュエル流動性試験を実施し、施工可否の判断をした。リュエル流動性試験結果を表-3-19に示す。

配合に係わらず、目標温度時のリュエル流動性は施工可能の目安範囲内であった。また、人力、機械施工を問わず良好な施工性であった。

表-3-19 リュエル流動性試験結果

配合	混合物温度 (°C)	リュエル流動性 (秒)	目標値 (秒)
配合①	211	4.7	3～20
配合②	185	16.0	

5) 耐流動性

クッカ車から排出した混合物で作製したホイールトラッキング試験用の供試体を用いて、開発グースの耐流動性を評価した。ホイールトラッキング試験結果を表-3-20に示す。試験の結果、配合に係わらず動的安定度の目標値を十分に満足した。

表-3-20 ホイールトラッキング試験結果

混合物		動的安定度 (回/mm)	
		試験値	目標値
開発グース	配合①	1,820	600 以上
	配合②	1,660	
表層 (参考)	密粒度アスコン(13)改質Ⅱ型	4,765	3,000 以上

6) 高温時の安定性

従来グースは動的安定度が小さいため、高温時の安定性は貫入試験でも評価されてきた。そこで、開発グースで貫入試験を実施した。その結果を表-3-21に示す。

配合に係わらず目標値として設定した 1~6mm の範囲を下回り、貫入量は極わずかであった。すなわち、高温時の静的荷重に対する変形抵抗性が高いと考えられる。

表-3-21 貫入試験結果

配合	貫入量 (mm)	
	試験値	目標値
配合①	0.79	1~6
配合②	0.61	

7) たわみ追従性

グースには床版のたわみに追従する柔軟性が要求されるため、現場作製供試体を用いて曲げ試験を実施した。その結果を表-3-22に示す。

曲げ試験の結果、配合に係わらず目標値を満足し、床版のたわみに十分に追従し得ることが確認された。

表-3-22 曲げ試験結果

配合	曲げひずみ ($\times 10^{-3}$)
配合①	16.2
配合②	14.7
目標値	8.0 以上

※試験温度: -10°C

8) 付着性

開発グースのコンクリート基盤および表層との付着強度を確認するため、所定回数の荷重車走行後に現場からコアを採取し、直接引張試験を実施した。直接引張試験の結果を表-3-23、表-3-24、試験後供試体を写真-3-12、写真-3-13に示す。なお、荷重車走行回数は49kN換算輪数に換算して標記しており、試験条件は日本アスファルト乳剤協会の試験法⁵⁾に準拠した。

引張強度は、いずれも目標値⁶⁾の1.0MPa以上を示した。また破壊モードは界面近傍であるが、コンクリート基盤を40~80%程度巻き込んで破壊しており、基層表層は界面近傍もしくは混合物の凝集破壊が主であった。これらのことから、輪荷重による作用を受けても十分な付着力を有していると判断できる。

表-3-23 床版との直接引張試験結果

配合	引張強度 (MPa)	
	0 輪	80 万輪走行後
配合①	2.06	1.41
配合②	1.71	1.38
目標値	1.0 以上	

※試験温度：20℃

表-3-24 基層表層の直接引張試験結果

配合	引張強度 (MPa)
	80 万輪走行後
配合①	2.64
配合②	2.42
目標値	1.0 以上

※試験温度：20℃

9) 透気性・透水性

開発グース施工後に現場透気試験を実施した。使用した試験機はかぶりコンクリートの透気性測定などに使用されるパーマツールを用いて、透気係数kTで評価を行った。試験状況を写真-3-14に示す。また、所定回数の荷重車走行後に現場からコアを採取して、室内において加圧透水試験を実施して透水係数 K_{15} で評価した。結果を表-3-25に示す。

透気試験の結果、配合に係わらず測定前後で明確な真空度の低下は確認されなかった。また、透水試験の結果、配合に係わらず不透水であることが確認された。



写真-3-12 試験後の供試体
(開発グース・基盤間)



写真-3-13 試験後の供試体
(開発グース・表層間)



写真-3-14 透気試験状況

表-3-25 透気・透水試験結果

配合	透気係数 kT ($10^{-6}m^2$)	透水係数 K_{15} (cm/秒)	
		0 輪	80 万輪走行後
配合①	0	不透水	不透水
配合②	0	不透水	不透水
目標値	0	透水しないこと	透水しないこと

10) 荷重車走行による促進載荷

開発グースの耐久性、供用性を検討するため、大型荷重車を用いて促進載荷試験を実施し、所定回数走行後にわだち掘れ量と平坦性を測定して評価した。その結果を図-3-7、図-3-8に示す。

追跡調査の結果、配合に係わらず 49kN 換算輪数 80 万輪（2 夏目の荷重車走行期間）において、わだち掘れ量が増加する傾向が確認されが、8mm 以下の範囲で推移しており小さな値である。また、路面を目視で確認したところひび割れなどの損傷は発生しておらず、ブリスタリングなどの発生もないことから、本調査期間においては供用性に問題ないことが確認された。

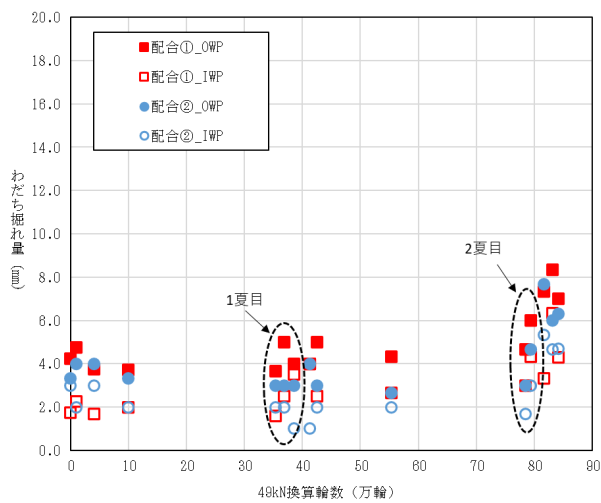


図-3-7 わだち掘れ量測定結果

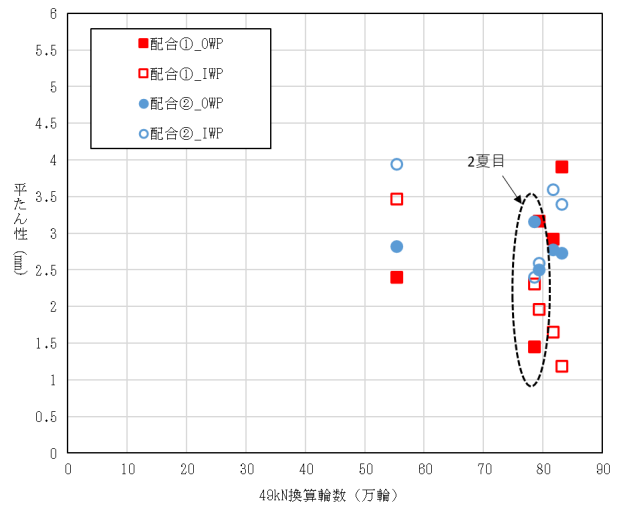


図-3-8 平坦性測定結果

3.4 まとめ

コンクリート床版への開発グースの適用性を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 開発グースは従来グースと比較して、施工時の混合物温度を 55℃程度低温化することができた。具体的には、特殊添加剤を用いることで混合物温度 185℃程度として施工性（リュエル流動性約 16 秒）を確保することができた。
- 2) 開発グースの施工は、従来グースと同様の施工編成で施工が可能であった。
- 3) 開発グースの動的安定度（耐流動性）は従来グース 300 回/mm 程度から 1000 回/mm 以上に向上した。
- 4) 開発グースの曲げ破断ひずみは、従来グースと同等以上を示し、橋面舗装として十分なたわみ追従性を有することが確認された。
- 5) 開発グースとコンクリート基盤および表層との付着強度は、施工直後から 1.7～2.0MPa 程度の高い値を示した。49kN 換算輪数 80 万輪相当の作用を受けても 1.0MPa 以上が確保されており、交通作用に対して十分な付着性能を有することが確認された。
- 6) 開発グースは透気、透水試験において床版防水層として十分な防水性能を有することが確認された。
- 7) 開発グースはプラント出荷から施工まで従来グースと比べて臭気や白煙の発生が極めて少なく、通常のアスファルト混合物の施工と同程度であったことから、作業環境、周辺環境への負荷が少ないことがわかった。
- 8) 大型荷重車を用いて 84 万輪相当の促進荷重載荷を行った結果、夏季にわだち掘れ量が若干の増加を示したが、8mm 程度の低い値で推移しており、ひび割れなどはなく供用性に問題なかった。

以上のことから、開発グースは従来グースの課題を克服し、通常グースの施工編成でコンクリート床版への適用が可能であった。また、耐久性が向上したことによって、コンクリート床版上の舗装の長寿命化に寄与し、メンテナンスサイクルの効率化やライフサイクルコストの縮減を図れる可能性が示された。

4. 鋼床版への適用

4.1 使用材料

4.1.1 材料の概要

本検討で使用した材料の概要を表-4-1に示す。

表-4-1 開発グースに使用した主要材料の概要

材料名		製造者・供給元	材質
バインダ	グース用改質バインダ A	日本道路（株）	-
	グース用改質バインダ B		
粗骨材	6号砕石	塚田陶管（株）茨城県土浦市	硬質砂岩
	7号砕石	塚田陶管（株）茨城県土浦市	硬質砂岩
細骨材	細砂	小林建材（有）千葉県香取市	-
石粉	石灰岩	田政礦業（株）栃木県栃木市	-
特殊添加剤	施工性改善剤	日本道路（株）	-

4.1.2 材料の性状

グース用改質バインダの性状を表-4-2、表-4-3、骨材の物理性状を表-4-4に示す。

表-4-2 グース用改質バインダ A の性状

項目	バインダ A	標準的性状
針入度（25℃） (1/10mm)	34	20～40
針入度（60℃） (1/10mm)	178	100～200
軟化点 (℃)	102	80.0 以上
伸度（15℃） (cm)	81	30 以上
薄膜加熱質量変化率 (%)	-0.06	0.6 以下
薄膜加熱後の針入度残留率 (%)	88.2	65 以上
引火点 (℃)	337	260 以上
粘度（180℃） (mPa・s)	298	報告

表-4-3 グース用改質バインダ B の性状

項目	バインダ B	標準的性状
針入度（25℃） (1/10mm)	50	20～40
軟化点 (℃)	93	80.0 以上
伸度（15℃） (cm)	100+	30 以上
薄膜加熱質量変化率 (%)	-0.04	0.6 以下
薄膜加熱後の針入度残留率 (%)	80.0	65 以上
引火点 (℃)	352	260 以上

表-4-4 骨材の物理性状

項目		6号碎石	7号碎石	細砂	石粉
密度 (g/cm ³)	表乾	2.657	2.633	2.654	-
	かさ	2.644	2.608	2.602	-
	見掛け	2.680	2.675	2.743	2.760
吸水率 (%)		0.52	0.97	1.98	0.10
通過質量百分率 (%)	19.0 (mm)	100.0	-	-	-
	13.2	97.7	100.0	-	-
	4.75	4.7	91.7	100.0	-
	2.36	-	9.7	98.6	-
	600 (μm)	-	1.5	86.4	100.0
	300	-	-	35.6	99.7
	150	-	-	8.5	96.0
	75	-	-	0.9	76.7

4.2 室内配合の検討

開発グースの室内配合の検討における混合物配合を表-4-5、合成粒度を図-4-1、表-4-6に示す。

表-4-5 開発グースの混合物配合

配合	バインダ	AS量 外割(%)	粗骨材		細骨材	石粉	添加剤
			6号碎石	7号碎石	細砂		
配合①	A	7.6	30.0	23.5	17.5	29.0	AS量の 5%
配合②	B	8.4					

(単位：%)

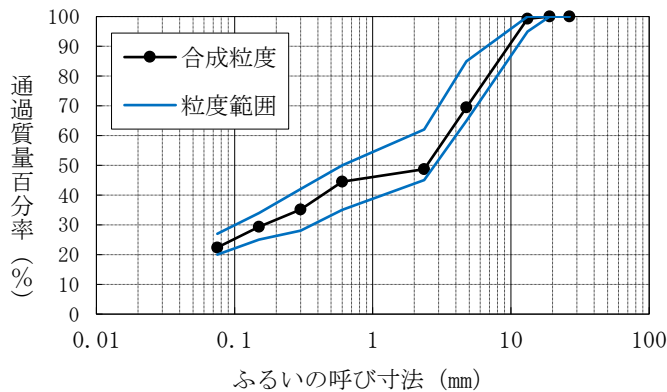


図-4-1 開発グースの合成粒度

表-4-6 通過質量百分率

ふるい目 (mm)	合成粒度 (%)	粒度範囲 (%)
19.0	100.0	100
13.2	98.8	95~100
4.75	72.4	65~85
2.36	51.5	45~62
0.6	42.4	35~50
0.3	35.1	28~42
0.15	28.9	25~34
0.075	22.6	20~27

4.2.1 評価項目

室内配合の検討で評価した項目と目標値を表-4-7に示す。

表-4-7 室内配合の検討で評価項目と目標値

項目	評価指標	目標値
混合物温度	温度 (°C)	185±5
施工性	リュエル流動性 (秒)	3~20
耐流動性	動的安定度 (回/mm)	600以上
たわみ追従性	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	8.0以上

4.2.2 室内配合の検討結果

開発グースの室内配合の検討結果を表-4-8に示す。

開発グースは、配合に係わらず混合物温度 185°C程度で目標のリュエル流動性を確保できることが確認された。また、耐流動性の指標として評価した動的安定度も目標値を上回り、従来グースの2倍程度の値を示した。曲げ破断ひずみはどちらの配合も目標値を満足し十分なたわみ追従性を示すことが確認された。

表-4-8 室内配合の検討結果

項目	試験値		目標値
	配合①	配合②	
混合物温度 (°C)	185	183	185±5
リュエル流動性 (秒)	12.4	18.2	3~20
動的安定度 (回/mm)	760	685	600以上
曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	9.2	13.3	8.0以上

4.3 試験施工

室内配合を検討した結果、従来グースに比べて混合物温度を低減でき、2倍程度の動的安定度を確保できることが確認された。そのため、現場への適用性を検討するため（国研）土木研究所の舗装走行実験場において試験施工を実施することとした。

4.3.1 概要

1) 試験施工の概要を表-4-9、図-4-2、図-4-3に示す。

表-4-9 試験施工の概要

項目	内容
日時	2018年8月31日(金)
場所	(国研) 土木研究所 舗装走行実験場
出荷プラント	日本道路(株) 茨城合材センター
施工面積	4.5m×20m=90m ² (45m ² ×2工区)

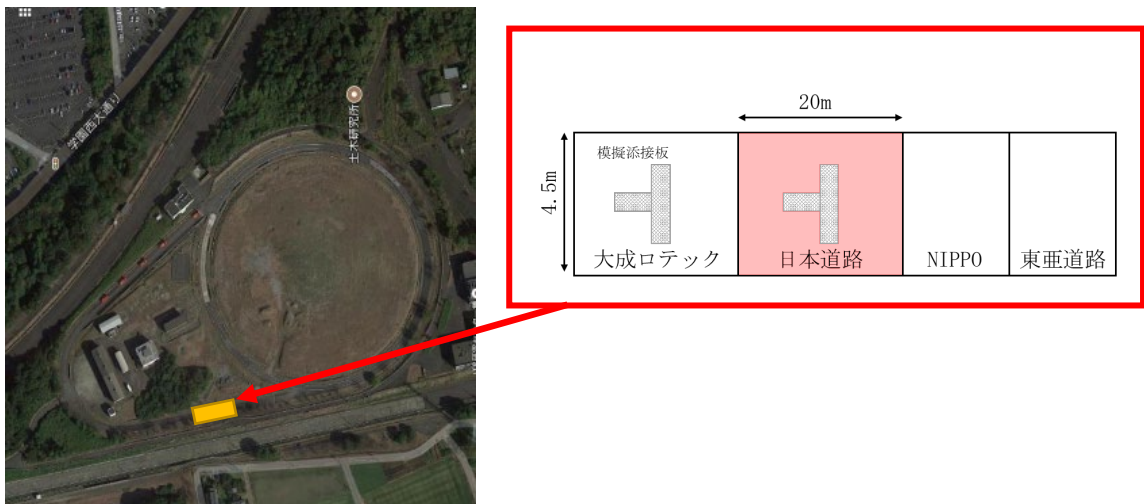


図-4-2 試験施工位置図

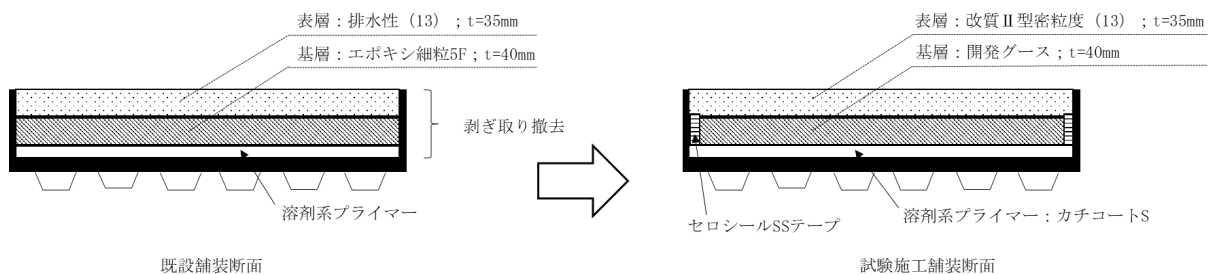


図-4-3 舗装断面

2) 主要機械、機械編成を表-4-10に示す。

表-4-10 主要機械

名称	用途	数量	単位	備考
バックホー	既設舗装撤去	1	台	-
クッカ車	混合物製造、運搬	2	台	横式
グースフィニッシャ	舗設	1	台	SUMITOMO (HGP55W)

3) 主要材料および検討した配合を表-4-11、表-4-12に示す。

表-4-11 主要材料

工種	材料名	製造者・供給元	数量	
準備工	溶剤型プライマー	ニチレキ (株)	-	
	アスファルト系成型目地材	ニチレキ (株)		
基層工 (開発グース)	グース用改質バインダ A グース用改質バインダ B	日本道路 (株)	11t	
	粗骨材	6号砕石		塚田陶管 (株) 土浦市
		7号砕石		塚田陶管 (株) 土浦市
	細骨材	細砂		小林建材 (有) 香取市
	石粉	石灰岩		田政礦業 (株) 栃木市
	特殊添加剤	日本道路 (株)		
表層工	密粒度アスコン (13) 改質II型	(株) NIPPO	-	

表-4-12 検討した配合

配合	バインダ	AS量 外割 (%)	粗骨材		細骨材	石粉	添加剤
			6号砕石	7号砕石	細砂		
配合①	A	7.6	30.0	23.5	17.5	29.0	AS量の 5%
配合②	B	8.4					

(単位: %)

4) 開発グースの製造条件を表-4-13、表-4-14に示す。

表-4-13 プラントでの製造条件

項目	条件
目標混合温度	170°C程度
骨材温度	250°C
石粉温度	常温
ミキシング	ドライ: 30秒, ウェット: 70秒
1バッチ練り量	1t

表-4-14 クッカ車での製造条件

配合	目標混合物温度	クッキング時間	積載
配合①	185±5°C	1.5時間	6t
配合②	185±5°C	1.5時間	5t

5) 開発グースの評価項目を表-4-15に示す。

表-4-15 開発グースの評価項目

時期	評価項目	評価方法	備考
ク ッ カ 車	混合物の粒度	ホットビン粒度	AP 出荷時
	排出温度	デジタル温度計	AP・クッカ車
	クッキング温度	デジタル温度計	クッキング時
	臭気	臭気測定	AP・クッキング時
現 場 内	施工性	リュエル流動性試験	施工時
		目視確認	〃
	耐流動性	ホイールトラッキング試験	現場作製供試体
	高温時の安定性	貫入試験	〃
	たわみ追従性	曲げ試験	〃
	付着性	建研式引張試験	鋼床版模擬供試体
	臭気	臭気測定	施工箇所周辺
	水密性	透気試験	施工後
加圧透水試験		採取コア	

4.3.2 施工フローと施工状況

1) 試験施工フローを図-4-4に示す。

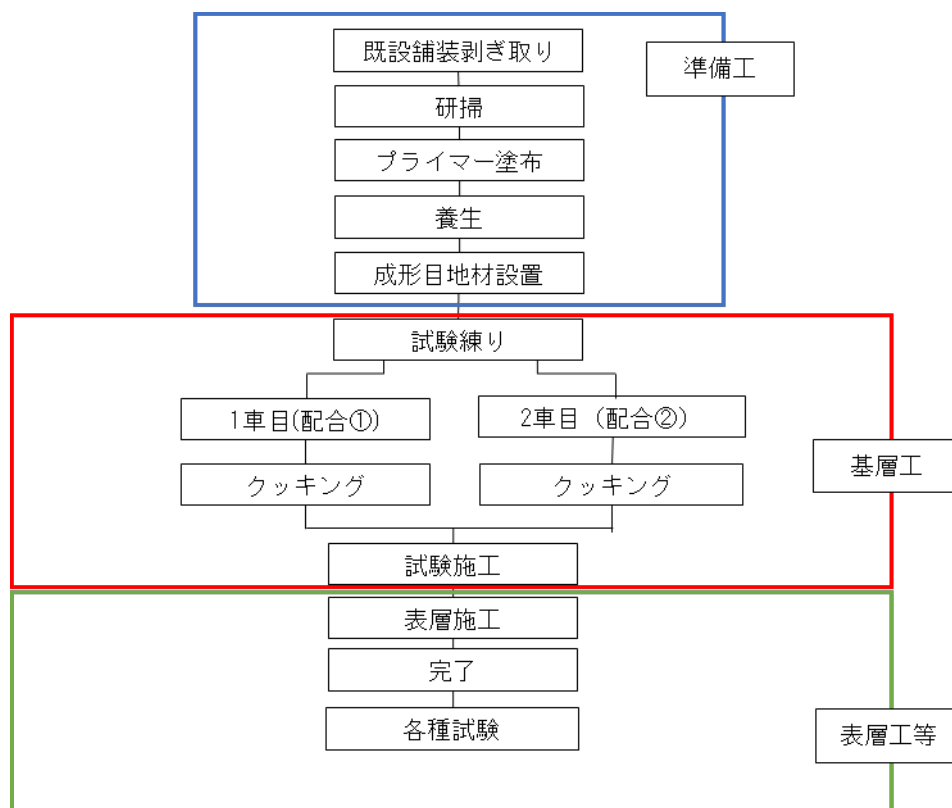


図-4-4 試験施工フロー

2) 施工状況

2-1) 準備工

試験施工箇所の既設アスファルト舗装の撤去は、切削およびバックホーによる剥ぎ取りで実施した。既設舗装撤去の状況を**写真-4-1**に示す。

剥ぎ取り撤去後の鋼床版表面には、アスコン層やSFRCが残存していたため、研りにより床版面を露出させた。研り作業状況を**写真-4-2**に示す。その後、第一種ケレン（ショットブラスト処理）やグラインダを用いて研掃を実施した。研掃状況を**写真-4-3**に示す。

研掃終了後、接着不良の原因となるホコリなどを十分に除去し、プライマーの塗布を実施した。プライマーはニチレキ社製カチコートSを使用し、ゴムレーキとローラー刷毛を用いて $0.4\text{L}/\text{m}^2$ で塗布した。プライマー塗布状況を**写真-4-4**に示す。

プライマー養生後、端部防水のためニチレキ社製セロシールSSテープ5mm(成形目地材)を端部立ち上がりに設置した。成形目地材設置状況を**写真-4-5**に示す。



写真-4-1 舗装撤去状況



写真-4-2 研り作業状況



写真-4-3 研掃状況



写真-4-4 プライマー塗布状況



写真-4-5 成形目地設置状況

2-2) 基層工（開発グースの施工）

開発グースは、日本道路（株）茨城合材センターで製造しプラント構内にて 30 分程度加熱混合した後に現場へ運搬した。現場までの運搬時間は 15 分程度であった。開発グースは通常の合材と同様に練り落とすことが可能であり、問題なくクッカ車への積み込みが完了した。

現場到着後、所定の混合物温度に達するまでクッキングを行い、リュエル流動性試験にて開発グースの流動性を確認した後にグース AF への荷下ろし、舗設を実施した。クッキング時の温度測定状況を写真-4-6 に示す。クッカ車からの荷下ろしは、従来グースと同様で問題なく実施可能であった。

グース AF での敷きならしは、従来グースと同様の施工編成で特別な熟練度などを必要としなかった。起終点は人力での施工を要したが、端部への材料供給もグース AF にて良好に巻き出すことができた。グース AF での敷きならし状況を写真-4-7 に示す。

開発グースは配合に係わらずブリスタリングを生じることなく緻密な仕上がりであった。仕上がり表面を写真-4-8 に示す。

2-3) 表層工

本共同研究参画各社の基層工が完了した後に表層の施工を実施した。表層には密粒度アスコン（13）改質Ⅱ型を使用した。完了状況を写真-4-9 に示す。



写真-4-6 温度測定状況



写真-4-7 敷きならし状況



写真-4-8 仕上がり表面



写真-4-9 完了状況

4.3.3 試験施工結果

1) 混合物粒度

プラント出荷混合物の合成粒度を図-4-5、表-4-16に示す。なお、粒度確認の試料は出荷終了後のホットビンを採取した。

ホットビンふるい分け試験の結果、4.75mm通過量が6%程度大きかったが、おおむね目標粒度どおりの骨材配合であった。

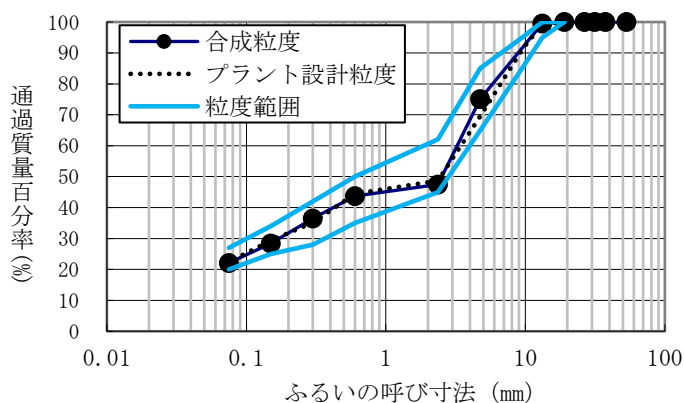


図-4-5 ホットビンの合成粒度

表-4-16 通過質量百分率

ふるい目 (mm)	設計 粒度	合成 粒度	粒度 範囲
19.0	100.0	100.0	100
13.2	99.3	99.5	95~100
4.75	69.5	75.1	65~85
2.36	48.7	47.5	45~62
0.6	44.5	43.7	35~50
0.3	35.1	36.5	28~42
0.15	29.3	28.4	25~34
0.075	22.4	22.1	20~27

(単位：%)

2) 混合物温度

プラント練り落としからクッキング完了までの温度測定結果を表-4-17、図-4-6に示す。

プラント練り落とし温度は165℃程度と目標温度より若干低い値を示した。配合①では、60分、配合②では130分クッキングすることで混合物の目標温度に達した。クッキングの目標時間は1.5時間としており±0.5時間程度で可使温度に到達したことから、実際の現場への適用に問題ないと判断される。

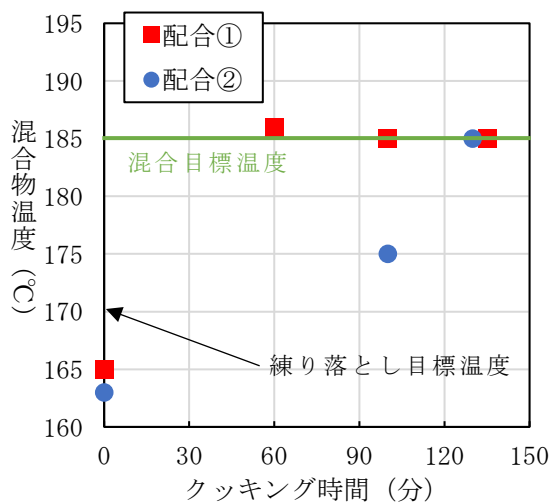


図-4-6 混合物温度測定結果

表-4-17 混合物温度測定結果

経過時間 (分)		配合① (°C)	配合② (°C)
練り落とし	0	165	163
クッキング	60	186	-
	100	185	175
	130	-	185
	135	185	-

3) 臭気

開発グースのプラント練り落とし、クッキングおよび施工時に臭気測定を実施した。臭気測定状況を写真-4-10、写真-4-11に、測定結果を表-4-18に示す。

臭気測定の結果、開発グースの製造から施工まで臭気計カウント値は130～310程度であり、従来グースの1/2以下であった。施工従事者、関係者からは通常のアスファルト混合物施工と同程度であると評価された。従来グースで問題となる白煙の発生も確認されず、作業環境や周辺環境への影響が小さいことが確認された。



写真-4-10 荷下ろし時



写真-4-11 敷きならし時

表-4-18 臭気測定結果

測定状況	測定値 (カウント値)	目標値
プラント練り落とし	130	300 以下
クッキング	130	
施工 (荷下ろし)	220	
敷きならし	310	
(参考) 従来グース室内製造	500～600 程度	-

4) 施工性

グース混合物の施工性は、混合物温度によって大きく変化するため、目標温度までクッキングした後にリュエル流動性試験を実施し、施工可否の判断をした。リュエル流動性試験結果を表-4-19に示す。なお、本試験施工時のヤードの関係上、リュエル流動性試験を実施するまで混合物の運搬に時間を要し、混合物温度が低下した状態で測定したため、185℃に換算した結果を考慮して判断した。

配合に係わらず、目標温度時のリュエル流動性は目標値より大きな値を示したが、施工位置での混合物温度は185℃程度で十分な流動性があり、人力、機械施工を問わず従来グースと同等の施工性であった。

表-4-19 リュエル流動性試験結果

配合	混合物温度 (℃)	リュエル流動性 (秒) 実測値	リュエル流動性 (秒) 185℃換算値	目標値 (秒)
配合①	177	30.3	21.7	3～20
配合②	170	54.6	29.1	

5) 耐流動性

クッカ車から排出した混合物で作製したホイールトラッキング試験用の供試体を用いて、開発グースの耐流動性を評価した。ホイールトラッキング試験結果を表-4-20 に示す。また、首都高などの都市高速道路への適用を想定して低速ホイールトラッキング試験（以下、低速 WT）についても確認を行った。低速 WT の結果を表-4-21 に示す。

試験の結果、配合①は通常のホイールトラッキング試験、低速 WT 試験どちらも目標値を満足した。一方で、配合②は目標値を下回る結果を示した。

表-4-20 ホイールトラッキング試験結果

混合物		動的安定度 (回/mm)	
		試験値	目標値
開発グース	配合①	790	600 以上
	配合②	210	
表層(参考)	密粒度アスコン (13) 改質 II 型	5,250	3,000 以上

表-4-21 低速 WT 試験結果

混合物		動的安定度 (回/mm)	
		試験値	目標値
開発グース	配合①	360	300 以上
	配合②	130	

6) 高温時の安定性

前章と同様に、従来グースの高温時の安定性を評価する手法である貫入試験を実施した。その結果を表-4-22 に示す。

配合に係わらず目標値として設定した 1~6mm の範囲の値を示した。前章の結果を鑑みると、動的安定度が 1000 回/mm 以上と従来グースを大きく上回る場合、貫入量は目標値より小さくなり、従来グース程度 (300 回/mm 以下) の場合、目標範囲の値を示すため、開発グースのように高耐流動性 (動的安定度の大きい) である場合、既存の貫入量試験条件では安定性の評価は難しいと判断される。

表-4-22 貫入試験結果

配合	貫入量 (mm)	
	試験値	目標値
配合①	1.0	1~6
配合②	2.1	

7) たわみ追従性

グースアスコンには床版のたわみに追従する柔軟性が要求されるため、現場作製供試体を用いて曲げ試験を実施した。その結果を表-4-23に示す。

曲げ試験の結果、配合に係わらず目標値を満足し、床版のたわみに十分に追従し得ることが確認された。

表-4-23 曲げ試験結果

配合	曲げひずみ ($\times 10^{-3}$)
配合①	12.6
配合②	12.2
目標値	8.0 以上

※試験温度: -10°C

8) 付着性

鋼床版との付着強度を確認するため、模擬鋼床版供試体（鋼材にプライマーを施し、舗設したもの）を作製して建研式引張試験機を用いて直接引張試験を実施した。また、表層舗設後に現場からコアを採取して基層表層の付着強度についても評価した。直接引張試験の結果を表-4-24、表-4-25に示す。試験状況、試験後供試体を写真-4-12、写真-4-13に示す。なお、試験条件は道路橋床版防水便覧⁷⁾を参考に条件を設定した。

配合①は、鋼材および表層との付着強度が目標値を満足した。しかし、配合②の場合、鋼材との付着強度が目標値を下回った。このことから、配合①は交通作用を受けても十分な付着力を有していると判断できるが、配合②は層間剥離が生じる可能性が示された。

表-4-24 模擬鋼床版との付着強度

配合	引張強度 (MPa)	
	23 $^{\circ}\text{C}$	-10 $^{\circ}\text{C}$
配合①	0.7	1.2
配合②	0.6	0.8
目標値	0.6 以上	1.2 以上

表-4-25 基層表層の付着強度

配合	引張強度 (MPa)
配合①	1.3
配合②	1.5
目標値	1.0 以上

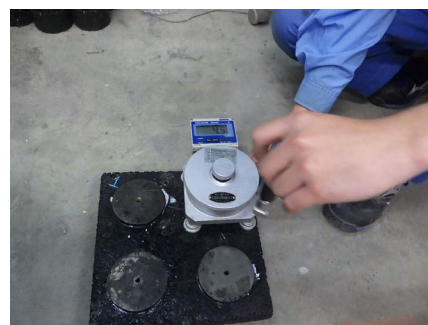


写真-4-12 模擬鋼床版試験状況



写真-4-13 基層表層試験後供試体

9) 透気性・透水性

開発グース施工後に土木研究所の所有する現場透気試験機を用いて現場透気試験を実施した。試験状況を写真-4-14に示す。また、表層舗設後に現場からコアを採取して、室内において加圧透水試験を実施して透水係数 K_{15} で評価した。透気試験結果を表-4-26、加圧透水試験を表-4-27に示す。



写真-4-14 透気試験状況

透気試験の結果、配合に係わらず目標値を上回る透気量（透水する可能性がある）を示した。この原因は舗設面の微細な凹凸や不陸によって、試験機とゴムマット、路面の密着が不十分で気密性が保てなかったことに起因すると考えられる。

採取したコアで実施した加圧透水試験では、配合に係わらず不透水であることが確認された。

表-4-26 透気試験結果

配合	配合①			配合②		
測定位置	左	中	中央	左	中	中央
測定値 (MPa)	-0.077	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078
透気量 (MPa/min)	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
目標値 (MPa/min)	0.00295 以下 (不透気)					

表-4-27 加圧透水試験結果

配合	透水係数 K_{15} (cm/秒)
配合①	不透水
配合②	不透水
目標値	透水しないこと

10) 荷重車走行による促進载荷

鋼床版への適用を想定した開発グーソの耐久性、供用性を検討するため、大型荷重車を用いて促進载荷試験を実施し、所定回数走行後にわだち掘れ量と平坦性を測定して評価した。その結果を図-4-7、図-4-8に示す。

追跡調査の結果、49kN換算輪数4~6万輪（1夏目の荷重車走行期間）において、わだち掘れ量が若干増加する傾向が確認されが、いずれの配合も8mm以下の範囲で推移しており小さな値である。また、路面を目視で確認したところひび割れなどの損傷は発生していないことから、調査期間においては供用性に問題ないことが確認された。

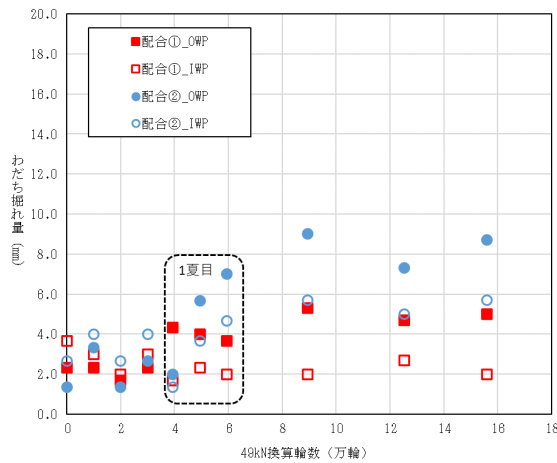


図-4-7 わだち掘れ量測定結果

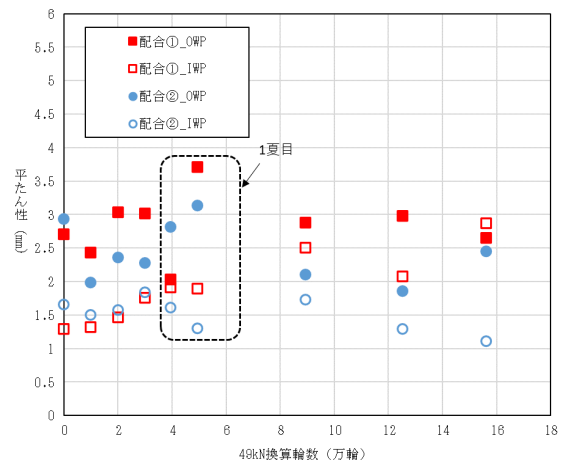


図-4-8 平坦性測定結果

4.4 まとめ

鋼床版への適用を想定して、配合を調整した2種類の開発グースの適用性を検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 開発グースは従来グースと比較して、施工時の混合物温度を55℃程度低温化することができた。具体的にはリュエル流動性は20秒を若干上回ったが、特殊添加剤を用いることで混合物温度185℃程度として十分な施工性を確保することができた。
- 2) 開発グースは、従来グースと同様の施工体制で施工することが可能であった。
- 3) 配合①は、動的安定度（耐流動性）を従来グースの300回/mm程度から約800回/mm程度に向上することができた。また、低速WT試験によるDSは300回/mm以上を示し、都市高速道路への適用可能性が示された。配合②は従来グースと同程度の動的安定度であった。
- 4) 開発グースは、従来グースと同等かそれ以上の曲げ破断ひずみを示し、橋面舗装として十分なたわみ追従性を有することが確認された。
- 5) 配合①は鋼床版、表層との付着強度が目標値を満足したことから、交通作用に対して十分な付着力があると考えられる。一方で配合②は表層とは十分な付着強度を示したものの、鋼床版との付着強度が不十分であった。
- 6) 開発グースは加圧透水試験において床版防水層として十分な防水性能を有することが確認された。
- 7) 開発グースはプラント出荷から施工まで従来グースと比べて臭気や白煙の発生が極めて少なく、通常のアスファルト混合物の施工と同程度であったことから、作業環境、周辺環境への負荷が少ないことがわかった。
- 8) 大型荷重車を用いて15.6万輪相当の促進荷重載荷を行った結果、夏季にわだち掘れ量が若干の増加を示したが、8mm程度の低い値で推移しており、ひび割れなどはなく供用性に問題なかった。

以上のことから、開発グースは配合を調整することで、従来グースの課題を克服し、通常のグースの施工編成で鋼床版への適用が可能である。また、交通作用に対する耐久性が大幅に向上したことにより、橋面舗装のメンテナンスサイクルを効率化し、ライフサイクルコストの縮減が期待できる。雨水等から鋼材を保護することで鋼床版橋の長寿命化にも寄与する可能性が示された。

5 結論

本検討では、従来グース代替となる舗装系防水層の開発とその適用性の評価を実施した。コンクリート床版および鋼床版を対象としたそれぞれの開発グースは、185℃程度で製造および施工が可能であり、従来グースの施工編成で従来通りの施工性を確保することができた。従来グースの課題であった耐流動性は、従来グース（300回/mm程度）に比べて2倍以上（800～1000回/mm）に向上し、たわみ追従性は従来グース同等であった。また、床版との付着性も基準値を満足して問題ないことから、交通荷重に対する高い変形抵抗性と床版のたわみに追従する柔軟性を両立することが確認された。防水性も基準を満足することから雨水等からの床版保護層として十分な機能を有すると考えられる。大型荷重車を用いた促進載荷の結果、コンクリート床版では80万輪（交通区分N4相当）、鋼床版では16万輪（交通区分N4相当）で6mm程度のわだち掘れ量増加が確認されたが、特に問題なく供用されている。今後、調査を継続してより詳細に供用性を評価する予定である。

これらのことから、開発グースをコンクリート床版や鋼床版の舗装系防水層として適用することで、橋面舗装のメンテナンスサイクルの効率化やライフサイクルコストの縮減効果が期待できる。

【参考文献】

- 1) (社) 日本道路協会：舗装施工便覧（平成18年版）p. 206
- 2) (社) 日本道路協会：舗装施工便覧（平成18年版）p. 206
- 3) 本州四国連絡橋公団：本州四国連絡橋基準（案）、1983 p. 34
- 4) (社) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧（初版）、2007 p. 51
- 5) (一社) 日本アスファルト乳剤協会 技術委員会、アスファルト乳剤、2015 p. 95-99
- 6) (財) 高速道路調査会：上面増厚工法設計施工マニュアル、1995 p. 41, 108
- 7) (社) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧（初版）、2007 p. 35

付録

付録-1

舗装走行実験場コンクリート床板への
適用に関する試験施工時の施工状況
(コンクリート工区)



No.1

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

着工前



No.2

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

ヤード整備状況



No.3

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況



No.4

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況



No.5

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況

端部研り



No.6

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

研掃状況

ショットブラスト

(150kg/m²:2pass)



No.7

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

研掃状況

端部グラインダ

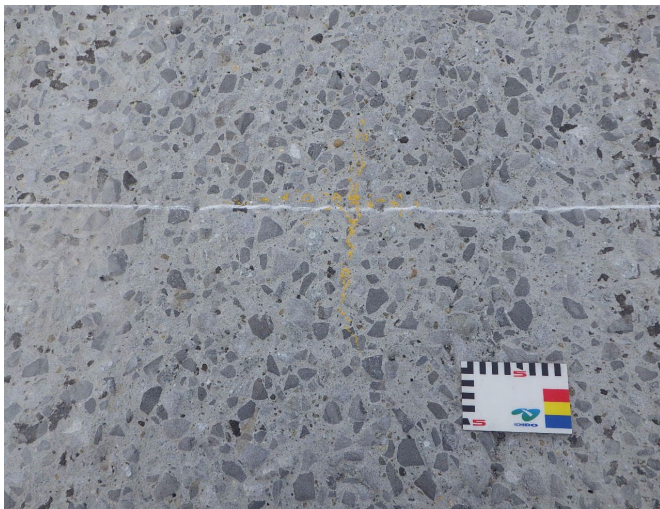


No.8

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

清掃状況



No.9

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

研掃完了

基盤面



No.10

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

研掃完了



No.11

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

基盤水分量測定

測定値:1.8%

基準値:10%以下



No.12

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

きめ深さ測定

平均MPD:1.85mm



No.13

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

プライマー塗布状況

0.4L/m²

(カチコートR使用)



No.14

コンクリート床版への適用

試験施工ヤード

プライマー塗布

完了



No.15

コンクリート床版への適用

開発混合物出荷

プラント積載状況

(茨城合材センター)



No.16

コンクリート床版への適用

開発混合物製造

クッキング状況

(茨城合材センター)



No.17

コンクリート床版への適用

開発混合物

品質確認

リュエル流動性試験



No.18

コンクリート床版への適用

基層工

荷下ろし状況



No.19

コンクリート床版への適用

基層工

敷きならし状況



No.20

コンクリート床版への適用

基層工

舗設完了



No.21

コンクリート床版への適用

調査試験

品質確認

現場透気試験



No.22

コンクリート床版への適用

表層工

敷きならし状況

(密粒度(13)改質II型)



No.23

コンクリート床版への適用

表層工

転圧状況



No.24

コンクリート床版への適用

調査試験

コア採取状況



No.25

コンクリート床版への適用

区画線工

外側線作図



No.26

コンクリート床版への適用

完了



No.27

コンクリート床版への適用

調査試験

大型荷重車促進載荷試験



No.28

コンクリート床版への適用

調査試験

路面形状測定

(MRP使用)

付録-2

舗装走行実験場鋼床板への適用に関する 試験施工時の施工状況 (鋼床版工区)



No.29

鋼床版への適用

試験施工ヤード

着工前



No.30

鋼床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況



No.31

鋼床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況



No.32

鋼床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況



No.33

鋼床版への適用

試験施工ヤード

既設As舗装撤去状況

模擬添接板研り



No.34

鋼床版への適用

試験施工ヤード

研掃状況

ショットブラスト



No.35

鋼床版への適用

試験施工ヤード

研掃状況

端部グラインダ



No.36

鋼床版への適用

試験施工ヤード

清掃状況



No.37

鋼床版への適用

試験施工ヤード

研掃完了

基盤面



No.38

鋼床版への適用

試験施工ヤード

研掃完了



No.39

鋼床版への適用

試験施工ヤード

プライマー塗布状況

(カチコートSR)



No.40

鋼床版への適用

試験施工ヤード

プライマー塗布状況

0.4L/m²

(カチコートSR)



No.41

鋼床版への適用

試験施工ヤード

プライマー塗布

完了



No.42

鋼床版への適用

試験施工ヤード

端部止水処理状況

(セロシールSSテープ)



No.43

鋼床版への適用

開発混合物出荷

プラント積載状況

(茨城合材センター)



No.44

鋼床版への適用

開発混合物製造

クッキング状況

(茨城合材センター)



No.45

鋼床版への適用

開発混合物

品質確認

リュエル流動性試験



No.46

鋼床版への適用

基層工

荷下ろし状況



No.47

鋼床版への適用

基層工

敷きならし状況



No.48

鋼床版への適用

基層工

舗設完了



No.49

鋼床版への適用

調査試験

品質確認

現場透気試験



No.50

鋼床版への適用

表層工

タックコート



No.51

鋼床版への適用

表層工

敷きならし状況

(密粒度(13)改質II型)



No.52

鋼床版への適用

表層工

転圧状況

付録-3

試験施工に使用した混合物の 試験状況



No.56

調査試験

耐流動性確認

ホイールトラッキング試験状況



No.57

調査試験

耐流動性確認

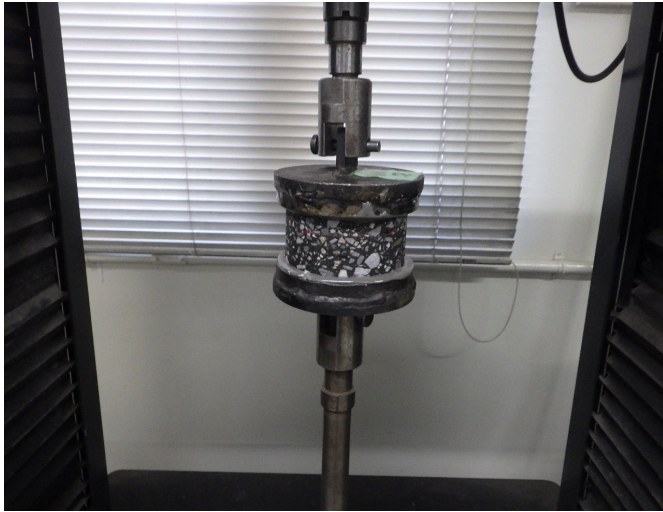
ホイールトラッキング試験完了



No.58

調査試験

貫入試験状況



No.59

調査試験

付着強度確認

引張試験状況

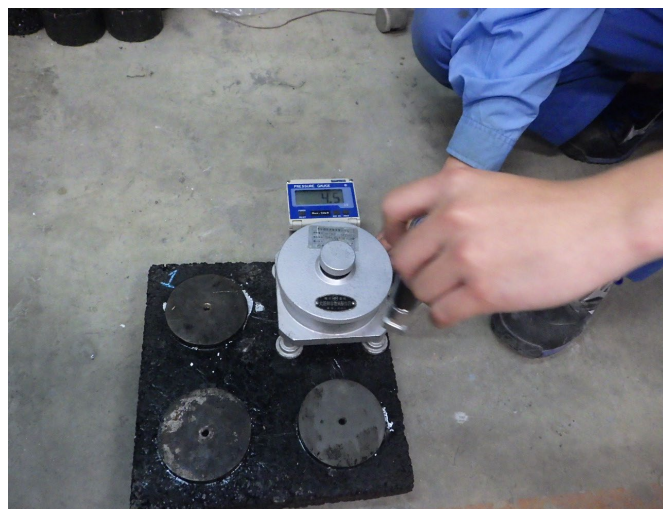


No.60

調査試験

付着強度確認

引張試験完了



No.61

調査試験

付着強度確認

建研式接着剥離試験器

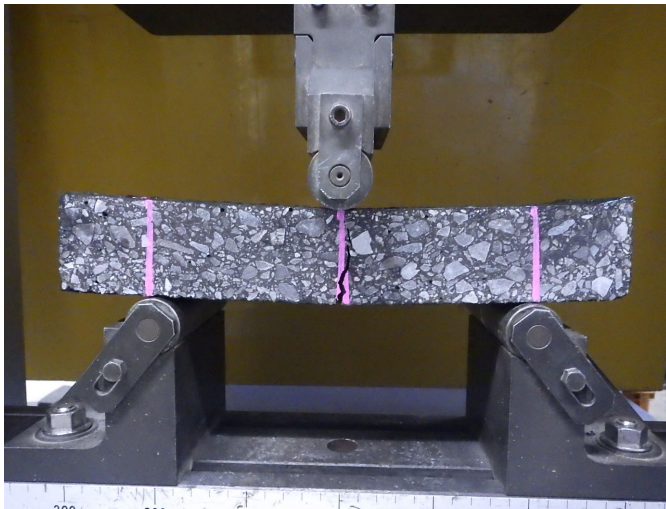


No.62

調査試験

防水性確認

加圧透水試験



No.63

調査試験

たわみ追従性確認

曲げ試験状況



No.64

調査試験

臭気確認

ニオイセンサー

付録-4

舗装走行実験場コンクリート床板への
適用に関する試験施工における混合物
試験及び路面測定結果

(バックデータ)
(コンクリート工区)

アスファルト混合物のリユエル流動性試験

調査名 コンクリート床版工区

試験年月日 平成29年9月20日

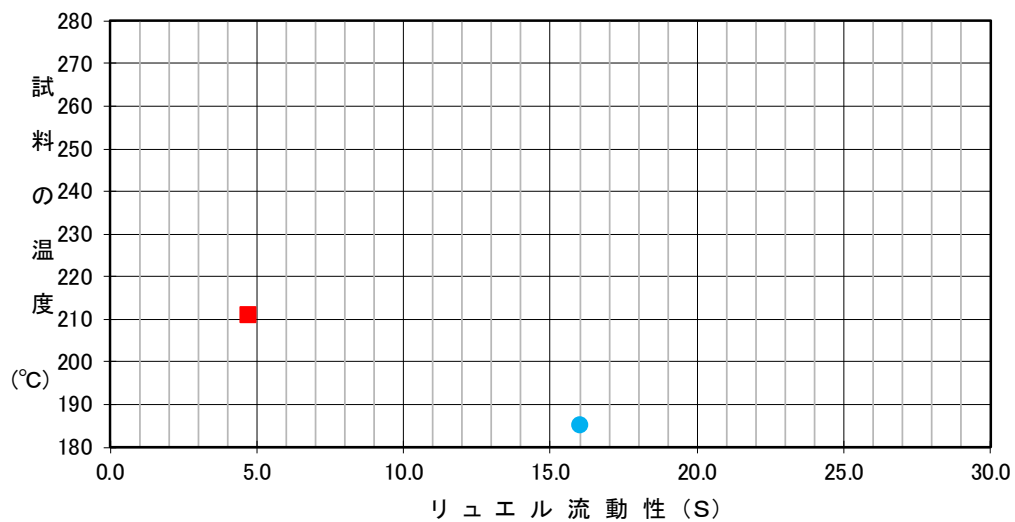
混合物の種類 グーアスファルト混合物

試験者 藤井 洋志

1. リユエル流動性と温度の測定

番号	バインダ 量 (%)	測定値					
		試料の温度 (°C)	211				
1	7.4	リユエル 流動性 (S)	4.7				
2	7.4	試料の温度 (°C)	185				
		リユエル 流動性 (S)	16.0				

2. リユエル流動性と温度の関係図



ホイールトラッキング試験

工 事 名 称 : コンクリート床版工区	試験年月日: 平成29年9月26日
配 合 名 称 : 配合①	試験者: 藤井 洋志
使用バインダ: <u>グース用改質バインダ</u>	混合温度: 211°C
バインダ量: 7.4 %	
混合物の基準密度(A): 2.385 g/cm ³	
混合物の理論密度: 2.394 g/cm ³	
供試体の作製場所: 現場	換算係数: C ₂ =1.0

試験条件 上載荷重: 70 kg	60°C接地圧: 6.4 kgf/cm ²	
試験温度: 60 °C	走行回数: 2520 回	
走行方式: 1. クランク式 2. チェーン式 換算係数: C ₁ =1.0		

供試体の番号		No.1	No.2	No.3	平均
①供試体空中重量	(g)	10826	10799	10832	
②供試体水中重量	(g)	6274	6261	6271	
③供試体表乾重量	(g)	10828	10803	10838	
④供試体体積	(cm ³)	4554	4542	4567	
⑤供試体密度(かさ密度)	(g/cm ³) ①/④	2.377	2.378	2.372	2.376
⑥供試体締固め度	(%) ⑤/A×100	99.7	99.7	99.5	—
変形量	(mm) ⑦d30	2.30	2.23	2.33	
	⑧d45	2.75	2.64	2.65	
	⑨d60	3.04	2.98	3.07	
⑩変形量の差	(mm) ⑨-⑧	0.29	0.34	0.42	⑪ 0.35
⑫動的安定度DS(回/mm)	X=15×42×C ₁ ×C ₂ /⑩	2,172	1,853	1,500	
⑬平均動的安定度DS(回/mm)	X=15×42×C ₁ ×C ₂ /⑪				1,820
⑭平均値との差の平方	(⑬-X _i) ²	123,904	1,089	102,400	
⑮標準偏差	S=√(Σ⑭/n-1)				337.2
⑯変動係数(%)	CV=⑮/⑬×100				18.5
⑰圧密変形量d _o (mm)	⑧×4-⑨×3	1.88	1.62	1.39	1.63
時間-変形量曲線の形状		上凸型	上凸型	上凸型	

備考

ホイールトラッキング試験

工 事 名 称 : コンクリート床版工区	試験年月日: 平成29年9月26日
配 合 名 称 : 配合②	試験者: 藤井 洋志
使用バインダ: <u>グース用改質バインダ</u>	混合温度: 185°C
バインダ量: 7.4 %	
混合物の基準密度(A): 2.359 g/cm ³	
混合物の理論密度: 2.394 g/cm ³	
供試体の作製場所: 現場	換算係数: C ₂ =1.0

試験条件 上載荷重: 70 kg	60°C接地圧: 6.4 kgf/cm ²	
試験温度: 60 °C	走行回数: 2520 回	
走行方式: 1. クランク式 2. チェーン式 換算係数: C ₁ =1.0		

供試体の番号		No.1	No.2	No.3	平均
①供試体空中重量 (g)		10789	10794	10787	
②供試体水中重量 (g)		6199	6189	6198	
③供試体表乾重量 (g)		10799	10802	10791	
④供試体体積 (cm ³)		4600	4613	4593	
⑤供試体密度(かさ密度) (g/cm ³)	①/④	2.345	2.340	2.349	2.345
⑥供試体締固め度 (%)	⑤/A×100	99.4	99.2	99.6	—
変形量 (mm)	⑦d30	2.35	2.13	2.14	
	⑧d45	2.89	2.64	2.52	
	⑨d60	3.23	3.12	2.87	
⑩変形量の差 (mm)	⑨-⑧	0.34	0.48	0.35	⑪ 0.39
⑫動的安定度DS(回/mm)	X=15×42×C ₁ ×C ₂ /⑩	1,853	1,313	1,800	
⑬平均動的安定度DS(回/mm)	X=15×42×C ₁ ×C ₂ /⑪				1,660
⑭平均値との差の平方	(⑬-X _i) ²	37,249	120,409	19,600	
⑮標準偏差	S=√(Σ⑭/n-1)				297.7
⑯変動係数(%)	CV=⑮/⑬×100				17.9
⑰圧密変形量d _o (mm)	⑧×4-⑨×3	1.87	1.2	1.47	1.51
時間-変形量曲線の形状		上凸型	上凸型	上凸型	

備考

グースアスファルト混合物の貫入試験

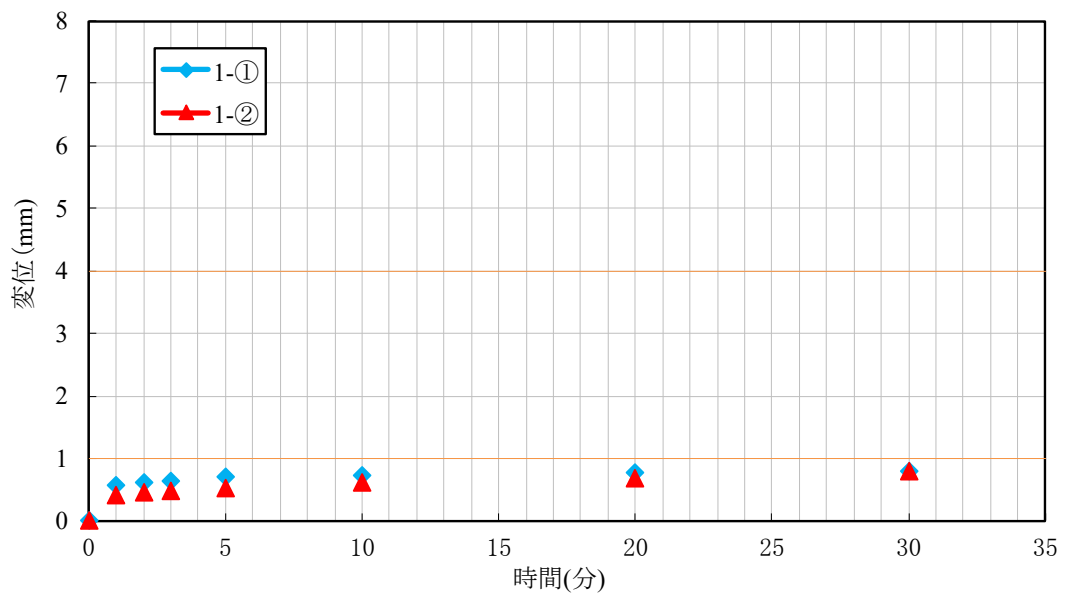
調査名・目的： コンクリート床版工区 作製日： 平成29年9月20日
 混合物の種類： 配合① 試験年月日： 平成29年9月28日
 条件： _____ 試験者： 桃田 大晃

試験条件 試験温度： 40±2 °C 載荷荷重： 515±9.82 N 載荷時間： 30 分

1. 貫入量の測定

供試体の番号	As量 (%)	載 荷 時 間 (分)								貫入量 (mm)
		0	1	2	3	5	10	20	30	
1-①	7.40	0.00	0.58	0.62	0.65	0.70	0.74	0.78	0.80	0.80
1-②	7.40	0.00	0.41	0.46	0.49	0.53	0.61	0.69	0.79	0.79

2. 載荷時間と変位の関係図



グースアスファルト混合物の貫入試験

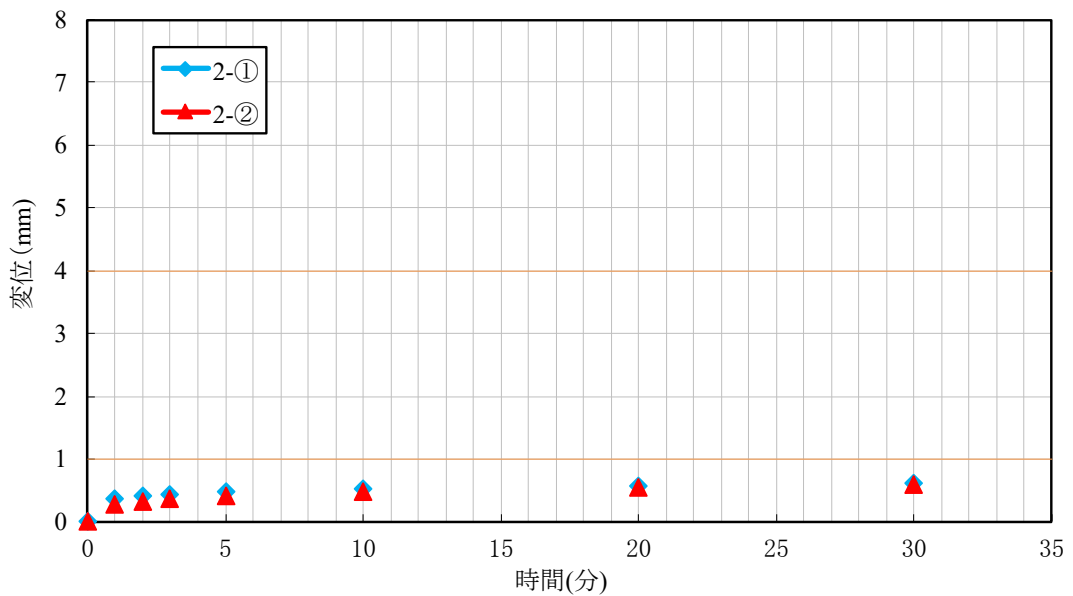
調査名・目的： コンクリート床版工区 作製日： 平成29年9月20日
 混合物の種類： 配合② 試験年月日： 平成29年9月28日
 条 件： _____ 試験者： 桃田 大晃

試験条件 試験温度： 40±2 °C 載荷荷重： 515±9.82 N 載荷時間： 30 分

1. 貫入量の測定

供試体の番号	As量 (%)	載 荷 時 間 (分)								貫入量 (mm)
		0	1	2	3	5	10	20	30	
2-①	7.40	0.00	0.38	0.41	0.44	0.48	0.53	0.58	0.62	0.62
2-②	7.40	0.00	0.29	0.33	0.37	0.41	0.48	0.55	0.59	0.59

2. 載荷時間と変位の関係図



曲げ試験

工事名称：コンクリート床版工区

配合名称：配合①

試験年月日：平成29年9月28日

使用 As：グース用改質バインダ

試験者：桃田 大晃

As量：7.4 % (総バインダー量 %)

混合物の基準密度(A)：2.385 g/cm³

混合物の理論密度：2.394 g/cm³

試験条件

試験温度：-10°C

支点間距離：200mm

載荷速度：50mm/min

補正なし

補正あり

供試体 No.		1-1	1-2	1-1	1-2	
①	供試体の密度 (g/cm ³)	2.379	2.378	2.379	2.378	
②	供試体の締固め度 (%)	99.7	99.7	99.7	99.7	
③	供試体の幅 (mm) b	99.5	99.7	99.5	99.7	
④	供試体の厚さ (mm) h	51.0	50.0	51.0	50.0	
⑤	破断時の荷重 (N) P	15334.3	15153.9	15334.3	15153.9	
⑥	破断時の変形量 (mm) d	2.366	1.917	1.570	1.350	
⑦	破断時の曲げ強度 (MPa) $\frac{3 \times L \times P}{2 \times b \times h^2}$	σ	17.78	18.24	17.78	18.24
		平均	18.01		18.01	
⑧	破断時のひずみ $\frac{6 \times h \times d}{L^2}$	ϵ	1.81E-02	1.44E-02	1.20E-02	1.01E-02
		平均	1.62E-02		1.11E-02	

備考

曲げ試験

工事名称：コンクリート床版工区

配合名称：配合②

試験年月日：平成29年9月28日

使用 As：グース用改質バインダ

試験者：桃田 大晃

As量：7.4 % (総バインダー量 %)

混合物の基準密度(A)：2.359 g/cm³

混合物の理論密度：2.394 g/cm³

試験条件

試験温度：-10°C

支点間距離：200mm

載荷速度：50mm/min

補正なし

補正あり

供試体 No.		2-1	2-2	2-1	2-2	
①	供試体の密度 (g/cm ³)	2.354	2.361	2.354	2.361	
②	供試体の締固め度 (%)	99.8	100.1	99.1	100.1	
③	供試体の幅 (mm) b	99.7	99.5	99.7	99.5	
④	供試体の厚さ (mm) h	51.7	51.0	51.7	51.0	
⑤	破断時の荷重 (N) P	13184.2	11647.6	13184.2	11647.6	
⑥	破断時の変形量 (mm) d	1.430	2.396	1.280	2.030	
⑦	破断時の曲げ強度 (MPa) $\frac{3 \times L \times P}{2 \times b \times h^2}$	σ	14.84	13.50	14.84	13.50
		平均	14.17		14.17	
⑧	破断時のひずみ $\frac{6 \times h \times d}{L^2}$	ϵ	1.11E-02	1.83E-02	9.93E-03	1.55E-02
		平均	1.47E-02		1.27E-02	

備考

直接引張試験

工事名: コンクリート床版工区 試験年月日: 平成29年10月18日

車線名: 土木研究所 走行実験場 試験者: 藤井 洋志

混合物の種類: 開発グース 試験機機名: オートグラフ

舗装設計厚 = 40mm Co基盤 (ショットブラスト処理), カチコートR処理

引張接着強度(MPa)=P/A

P: 最大荷重(N) A: 接着面積 7854.0mm² 初期値

No.	最大荷重 (N)	引張接着強度(MPa)		破断面の 破壊状況	備考
			平均		
配合①	14032	1.79	2.06	D	Co床版80%程度破壊
	17186	2.19		D	Co床版80%程度破壊
	17364	2.21		D	完全なCo床版の凝集破壊
配合②	14328	1.82	1.71	D	Co床版40%程度破壊
	11862	1.51		D	Co床版30%程度破壊
	14113	1.80		D	Co床版40%程度破壊

A	基層と鋼製治具との界面破壊
B	基層の凝集破壊
C	基層とCo床版との界面破壊
D	Co床版の凝集破壊
E	Co床版と鋼製治具との界面破壊

アスファルト混合物の加圧透水試験

工事名称： <u>コンクリート床版工区</u>	試験年月日： <u>平成29年9月26日</u>
配合名称： <u>配合①</u>	試験者： <u>藤井洋志</u>
使用As： <u>グース用改質バイнда</u>	理論密度(g/cm ³)： <u>2.394</u>
バイнда量(%)： <u>7.4</u>	基準密度(g/cm ³)： <u>2.385</u>
初期値	

供試体番号			1	2	3
①	供試体平均厚さ(L)	cm	3.44	3.79	3.97
②	供試体平均直径	cm	9.92	9.93	9.92
③	供試体断面積(A)	cm ²	77.2	77.3	77.2
④	かさ密度	g/cm ³	2.379	2.374	2.375
⑤	締め固め度	%	99.7	99.5	99.6
⑥	バイнда容積	%	17.5	17.4	17.5
⑦	空隙率	%	0.6	0.8	0.8
⑧	骨材間隙率	%	18.1	18.2	18.3
⑨	飽和度	%	96.7	95.6	95.6
⑩	水頭差(H)	cm	1529.6	1529.6	1529.6
⑪	測定時間(t ₂ -t ₁)	sec	600	600	600
⑫	透水量(Q)	cc	0.0	0.0	0.0
⑬	水温	°C	16.0	16.0	16.0
⑭	水温15°Cにおける補正係数		0.975	0.975	0.975
⑮	①/⑩(L/H)	cm	0.002250662	0.002477853	0.002594881
⑯	⑫/(③*⑪) (Q/(A(t ₂ -t ₁)))		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑰	Kt=⑮*⑯	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑱	K15=⑰*⑭	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑲	K15の平均値	cm/sec	0.0E+00		

備考

アスファルト混合物の加圧透水試験

工事名称： <u>コンクリート床版工区</u>	試験年月日： <u>平成29年9月26日</u>
配合名称： <u>配合②</u>	試験者： <u>藤井洋志</u>
使用As： <u>グース用改質バイнда</u>	理論密度(g/cm ³)： <u>2.394</u>
バイнда量(%)： <u>7.4</u>	基準密度(g/cm ³)： <u>2.385</u>
初期値	

供試体番号			1	2	3
①	供試体平均厚さ(L)	cm	3.70	3.93	3.90
②	供試体平均直径	cm	9.69	9.93	9.86
③	供試体断面積(A)	cm ²	73.7	77.3	76.2
④	かさ密度	g/cm ³	2.388	2.372	2.383
⑤	締め固め度	%	100.1	99.5	99.9
⑥	バイнда容積	%	17.6	17.4	17.5
⑦	空隙率	%	0.3	0.9	0.5
⑧	骨材間隙率	%	17.9	18.3	18.0
⑨	飽和度	%	98.3	95.1	97.2
⑩	水頭差(H)	cm	1529.6	1529.6	1529.6
⑪	測定時間(t2-t1)	sec	600	600	600
⑫	透水量(Q)	cc	0.0	0.0	0.0
⑬	水温	°C	16.3	16.3	16.3
⑭	水温15°Cにおける補正係数		0.975	0.975	0.975
⑮	①/⑩(L/H)	cm	0.002417378	0.002567749	0.002548135
⑯	⑫/(③*⑪)(Q/(A(t2-t1)))		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑰	Kt=⑮*⑯	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑱	K15=⑰*⑭	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑲	K15の平均値	cm/sec	0.0E+00		

備考

アスファルト混合物の加圧透水試験

工事名称： <u>コンクリート床版工区</u>	試験年月日： <u>令和2年1月24日</u>
配合名称： <u>配合①</u>	試験者： <u>藤井洋志</u>
使用As： <u>グース用改質バインダ</u>	理論密度(g/cm ³)： <u>2.394</u>
バインダ量(%)： <u>7.4</u>	基準密度 (g/cm ³)： <u>2.385</u>
80万輪走行後	

供試体番号			1	2	3
①	供試体平均厚さ(L)	cm	3.46	3.76	3.69
②	供試体平均直径	cm	9.88	9.92	9.82
③	供試体断面積(A)	cm ²	76.5	77.2	75.7
④	かさ密度	g/cm ³	2.388	2.369	2.392
⑤	締め固め度	%	100.1	99.3	100.3
⑥	バインダ容積	%	17.6	17.4	17.6
⑦	空隙率	%	0.3	1.0	0.1
⑧	骨材間隙率	%	17.9	18.4	17.7
⑨	飽和度	%	98.3	94.6	99.4
⑩	水頭差(H)	cm	1529.6	1529.6	1529.6
⑪	測定時間(t2-t1)	sec	600	600	600
⑫	透水量(Q)	cc	0.0	0.0	0.0
⑬	水温	°C	13.2	13.2	13.2
⑭	水温15°Cにおける補正係数		1.055	1.055	1.055
⑮	①/⑩(L/H)	cm	0.002259924	0.002458239	0.00241182
⑯	⑫/(③*⑪) (Q/(A(t2-t1)))		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑰	Kt=⑮*⑯	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑱	K15=⑰*⑭	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑲	K15の平均値	cm/sec	0.0E+00		

備考

アスファルト混合物の加圧透水試験

工事名称： <u>コンクリート床版工区</u>	試験年月日： <u>令和2年1月24日</u>
配合名称： <u>配合②</u>	試験者： <u>藤井洋志</u>
使用As： <u>グース用改質バインダ</u>	理論密度(g/cm ³)： <u>2.394</u>
バインダ量(%)： <u>7.4</u>	基準密度(g/cm ³)： <u>2.385</u>
80万輪走行後	

供試体番号			1	2	3
①	供試体平均厚さ(L)	cm	3.51	3.67	3.85
②	供試体平均直径	cm	9.87	9.94	9.87
③	供試体断面積(A)	cm ²	76.4	77.6	76.5
④	かさ密度	g/cm ³	2.381	2.391	2.383
⑤	締め固め度	%	99.8	100.3	99.9
⑥	バインダ容積	%	17.5	17.6	17.5
⑦	空隙率	%	0.5	0.1	0.5
⑧	骨材間隙率	%	18.0	17.7	18.0
⑨	飽和度	%	97.2	99.4	97.2
⑩	水頭差(H)	cm	1529.6	1529.6	1529.6
⑪	測定時間(t ₂ -t ₁)	sec	600	600	600
⑫	透水量(Q)	cc	0.0	0.0	0.0
⑬	水温	°C	13.2	13.2	13.2
⑭	水温15°Cにおける補正係数		1.055	1.055	1.055
⑮	①/⑩(L/H)	cm	0.002291524	0.002399399	0.00251708
⑯	⑫/(③*⑪) (Q/(A(t ₂ -t ₁)))		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑰	Kt=⑮*⑯	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑱	K15=⑰*⑭	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑲	K15の平均値	cm/sec	0.0E+00		

備考

アスファルト混合物の透気試験

調査名 コンクリート床版工区

試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 グーアスファルト混合物

試験者 藤井 洋志

1. 透気量の測定

配合	バインダ 量 (%)	測定値						
1	7.4	測定時間 (S)	720					
		透気係数 ($10^{-6}m^2$) kT	0.0					
2	7.4	測定時間 (S)	720					
		透気係数 ($10^{-6}m^2$) kT	0.0					

2. 備考

アスファルト混合物の臭気測定

調査名 コンクリート床版工区

試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 グースアスファルト混合物

試験者 藤井 洋志

1. 臭気の測定

配合	バインダ 量 (%)	測定値						
		状況	練り落とし	クッキング	荷下ろし	敷きならし		
1	7.4	状況	練り落とし	クッキング	荷下ろし	敷きならし		
		カウント値	121.0	118.0	135.0 187.0	143.0		
2	7.4	状況	練り落とし	クッキング	荷下ろし	敷きならし		
		カウント値	120.0	123.0	136.0 192.0	167.0		

2. 備考

測定時の風向き、風速の影響を受けるためサンプリング中の安定した値を代表値として採用した。

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線①)

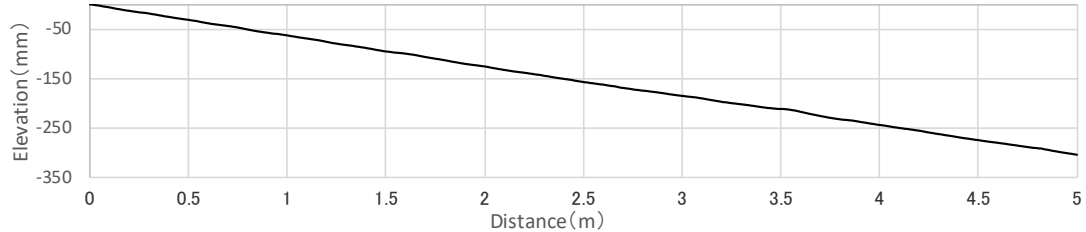
試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

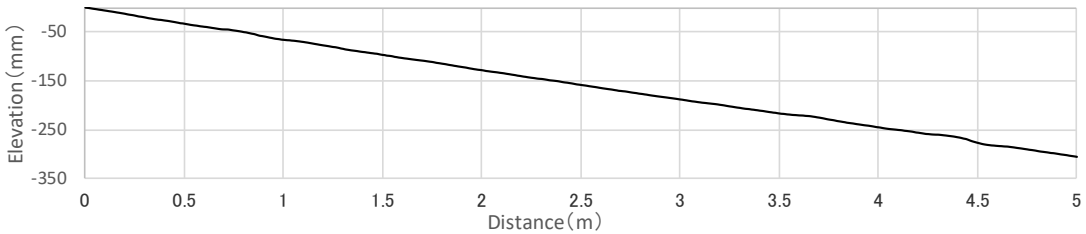
測定日 2017年9月20日

輪数(万輪) 0



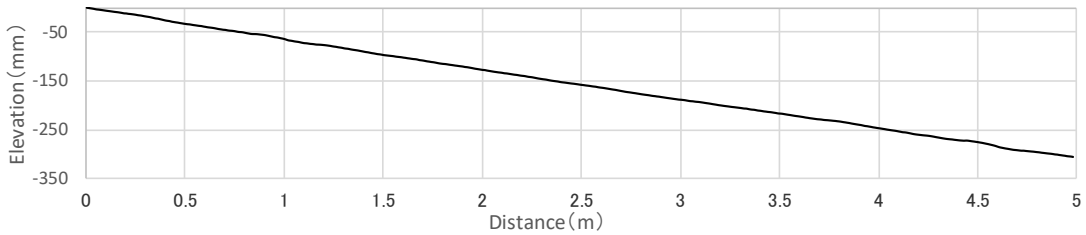
測定日 2017年9月26日

輪数(万輪) 1



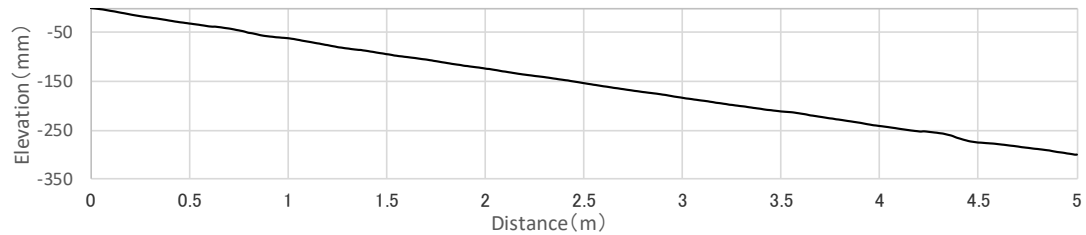
測定日 2017年10月10日

輪数(万輪) 4



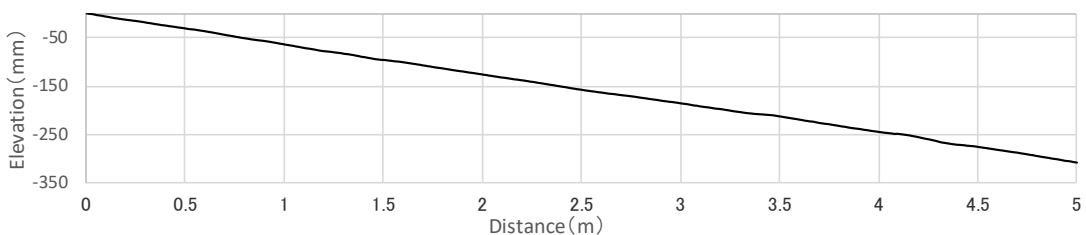
測定日 2017年12月14日

輪数(万輪) 10



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 35.4



備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線①)</u>	試験年月日 <u>平成31年2月14日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2019年2月14日</u>	輪数(万輪) <u>55.4</u>
測定日 <u>2019年7月23日</u>	輪数(万輪) <u>78.5</u>
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>79.38</u>
測定日 <u>2019年8月20日</u>	輪数(万輪) <u>81.7</u>
測定日 <u>2019年8月27日</u>	輪数(万輪) <u>83.13</u>

備考

舗装路面の横断形状測定																									
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線①)</u>	試験年月日 <u>令和2年1月20日</u>																								
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型</u> 試験者 <u>藤井 洋志</u>																									
測定日 <u>2020年1月20日</u>	輪数(万輪) <u>84.13</u>																								
<table border="1"> <caption>Data for the first cross-section graph</caption> <thead> <tr> <th>Distance (m)</th> <th>Elevation (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>-50</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>-75</td></tr> <tr><td>1</td><td>-100</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>-125</td></tr> <tr><td>2</td><td>-150</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>-175</td></tr> <tr><td>3</td><td>-200</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>-225</td></tr> <tr><td>4</td><td>-250</td></tr> <tr><td>4.5</td><td>-275</td></tr> <tr><td>5</td><td>-300</td></tr> </tbody> </table>		Distance (m)	Elevation (mm)	0	-50	0.5	-75	1	-100	1.5	-125	2	-150	2.5	-175	3	-200	3.5	-225	4	-250	4.5	-275	5	-300
Distance (m)	Elevation (mm)																								
0	-50																								
0.5	-75																								
1	-100																								
1.5	-125																								
2	-150																								
2.5	-175																								
3	-200																								
3.5	-225																								
4	-250																								
4.5	-275																								
5	-300																								
測定日 _____	輪数(万輪) _____																								
測定日 _____	輪数(万輪) _____																								
測定日 _____	輪数(万輪) _____																								
測定日 _____	輪数(万輪) _____																								

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線②)

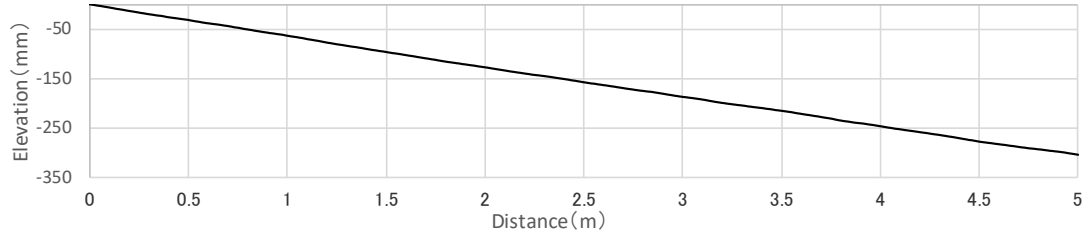
試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

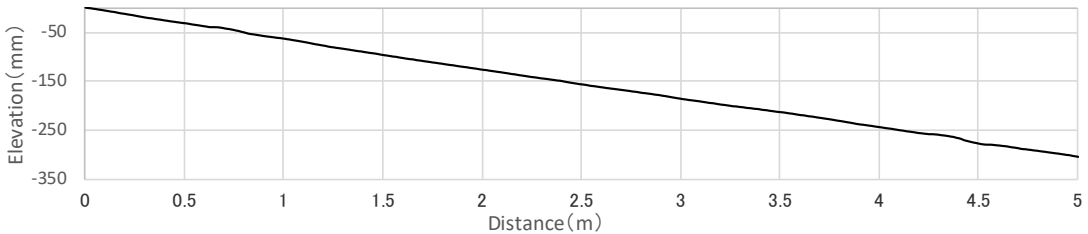
測定日 2017年9月20日

輪数(万輪) 0



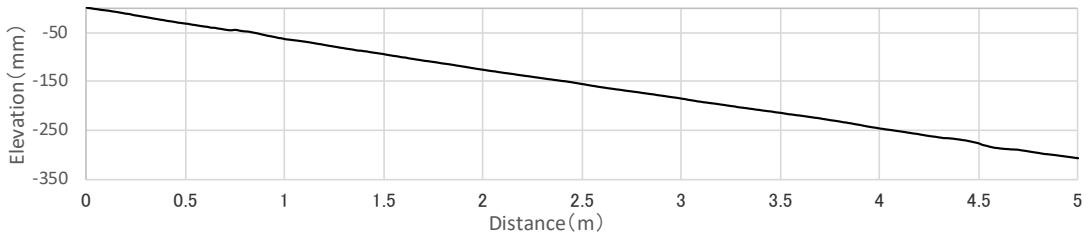
測定日 2017年9月26日

輪数(万輪) 1



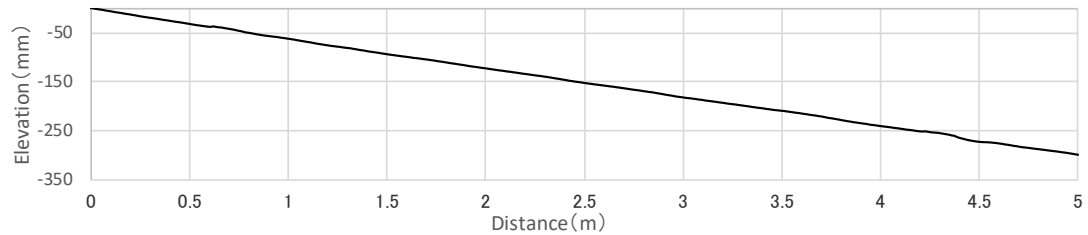
測定日 2017年10月10日

輪数(万輪) 4



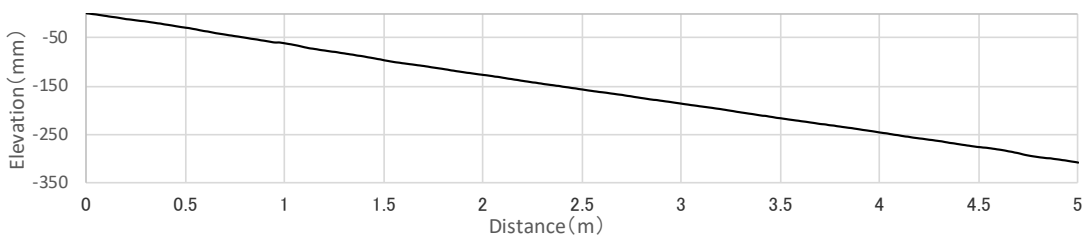
測定日 2017年12月14日

輪数(万輪) 10



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 35.4



備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線②)</u>	試験年月日 <u>平成30年10月1日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2018年10月</u>	輪数(万輪) <u>36.9</u>
測定日 <u>2018年10月</u>	輪数(万輪) <u>38.5</u>
測定日 <u>2018年11月</u>	輪数(万輪) <u>42.5</u>
測定日 <u>2019年2月14日</u>	輪数(万輪) <u>55.4</u>
測定日 <u>2019年7月23日</u>	輪数(万輪) <u>78.5</u>

備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線②)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>79.38</u>
測定日 <u>2019年8月20日</u>	輪数(万輪) <u>81.7</u>
測定日 <u>2019年8月27日</u>	輪数(万輪) <u>83.13</u>
測定日 <u>2020年1月20日</u>	輪数(万輪) <u>84.13</u>
測定日 _____	輪数(万輪) _____

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線③)

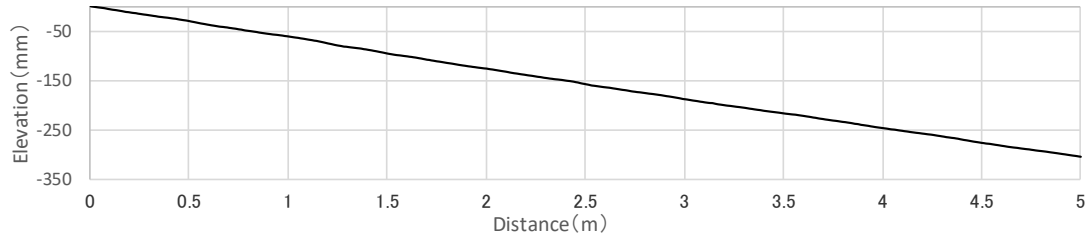
試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

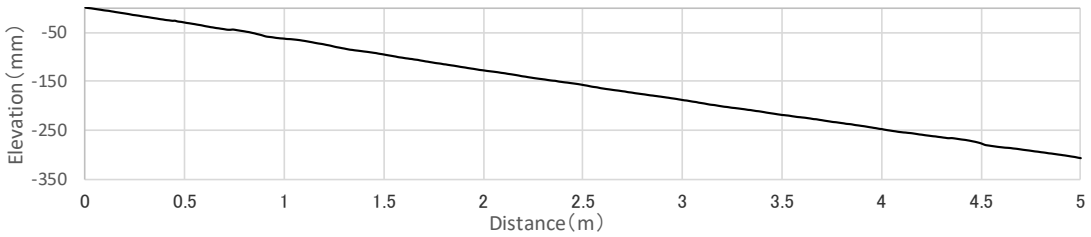
測定日 2017年9月20日

輪数(万輪) 0



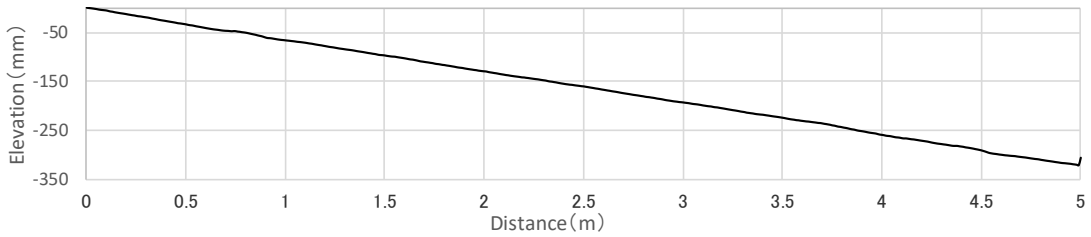
測定日 2017年9月26日

輪数(万輪) 1



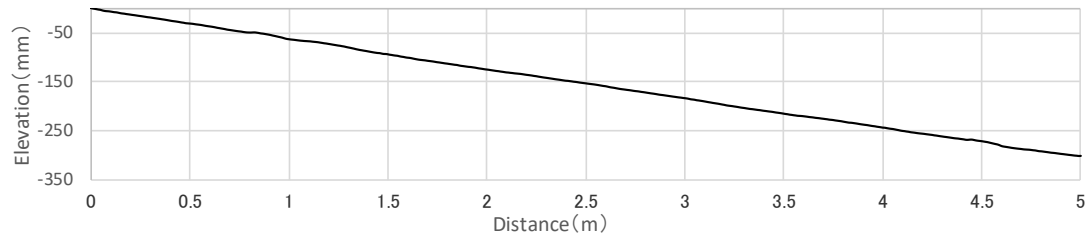
測定日 2017年10月10日

輪数(万輪) 4



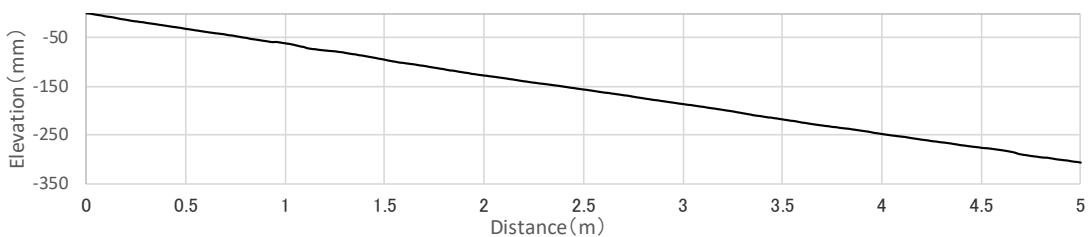
測定日 2017年12月14日

輪数(万輪) 10



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 35.4



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線③)

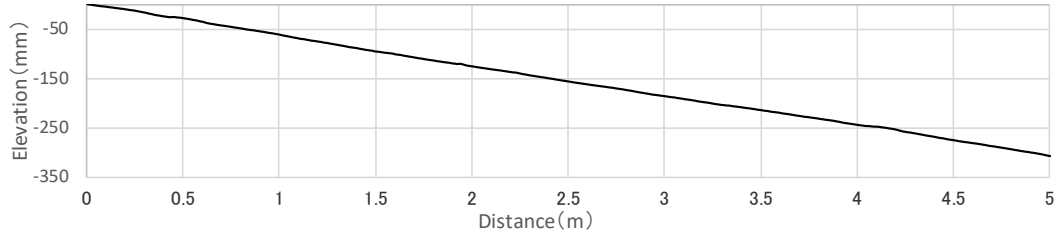
試験年月日 平成30年10月1日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

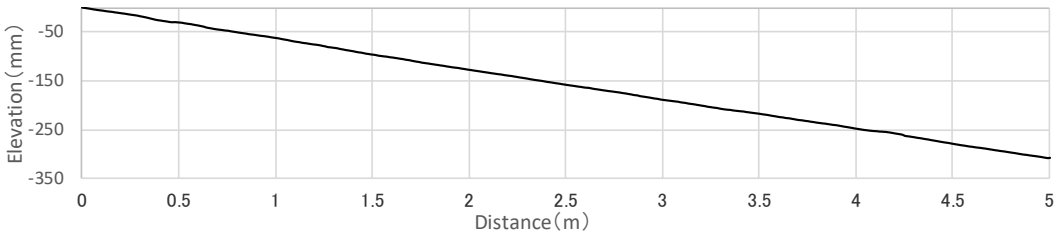
測定日 2018年10月

輪数(万輪) 36.9



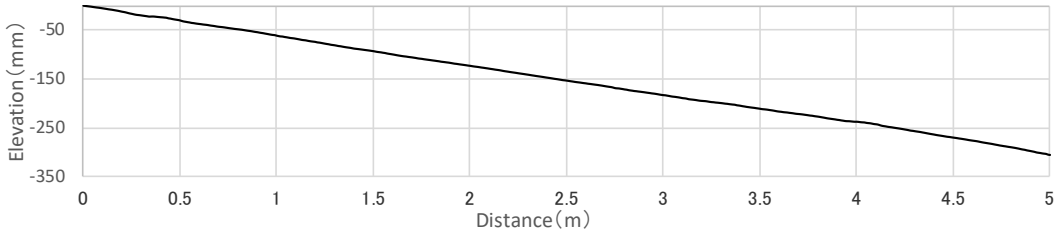
測定日 2018年10月

輪数(万輪) 38.5



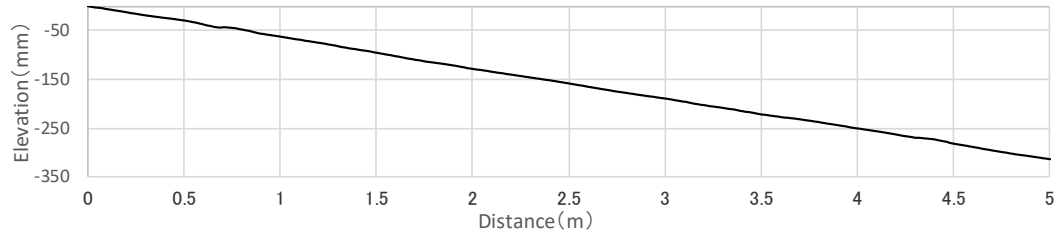
測定日 2018年11月

輪数(万輪) 41.3



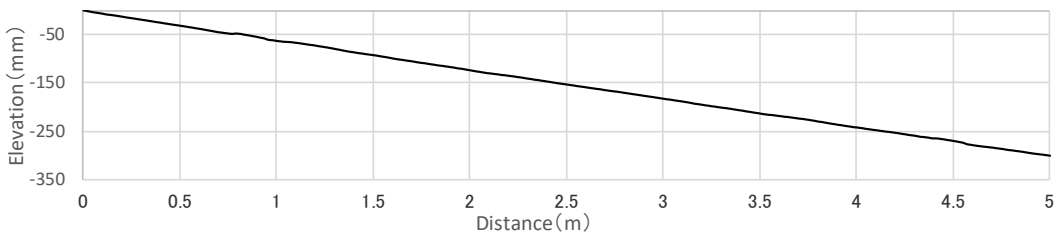
測定日 2018年11月

輪数(万輪) 42.5



測定日 2019年2月14日

輪数(万輪) 55.4



備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線③)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月23日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2019年7月23日</u>	輪数(万輪) <u>78.5</u>
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>79.38</u>
測定日 <u>2019年8月20日</u>	輪数(万輪) <u>81.7</u>
測定日 <u>2019年8月27日</u>	輪数(万輪) <u>83.13</u>
測定日 <u>2020年1月20日</u>	輪数(万輪) <u>84.13</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線④)

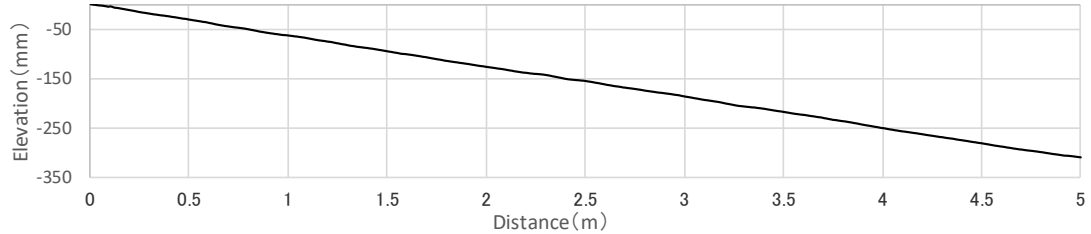
試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

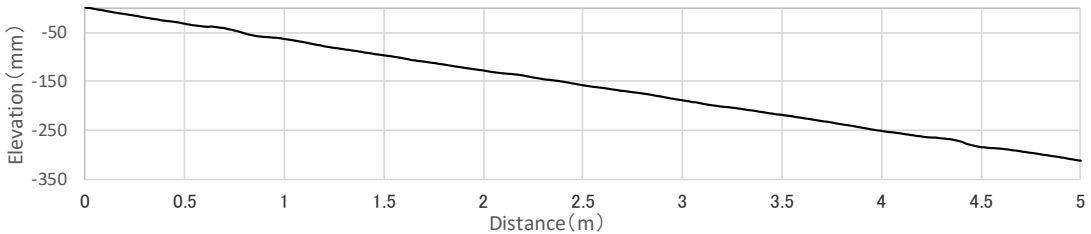
測定日 2017年9月20日

輪数(万輪) 0



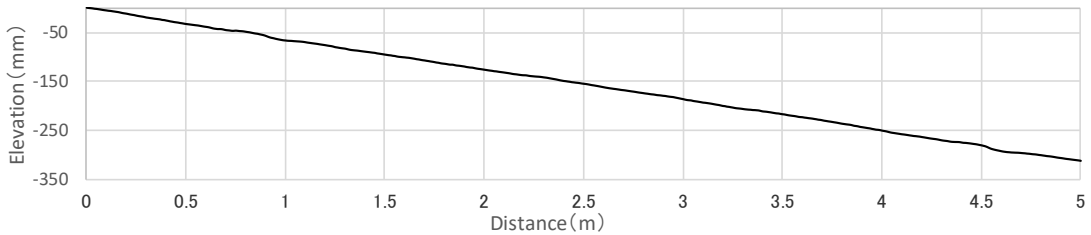
測定日 2017年9月26日

輪数(万輪) 1



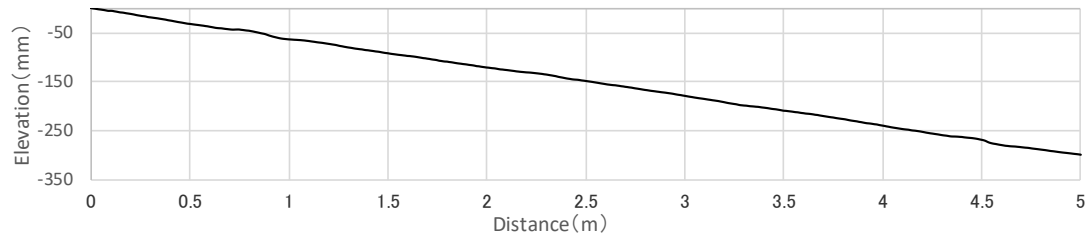
測定日 2017年10月10日

輪数(万輪) 4



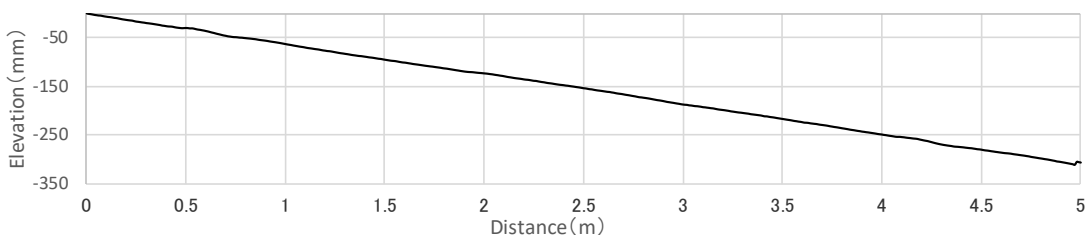
測定日 2017年12月14日

輪数(万輪) 10



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 35.4



備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線④)</u>	試験年月日 <u>平成30年10月1日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2018年10月1日</u>	輪数(万輪) <u>36.9</u>
測定日 <u>2018年10月</u>	輪数(万輪) <u>38.5</u>
測定日 <u>2018年11月</u>	輪数(万輪) <u>41.3</u>
測定日 <u>2018年11月</u>	輪数(万輪) <u>42.5</u>
測定日 <u>2019年2月</u>	輪数(万輪) <u>55.4</u>

備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線④)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月23日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型</u> 試験者 <u>藤井 洋志</u>	
測定日 <u>2019年7月23日</u>	輪数(万輪) <u>78.5</u>
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>79.38</u>
測定日 <u>2019年8月20日</u>	輪数(万輪) <u>81.7</u>
測定日 <u>2019年8月27日</u>	輪数(万輪) <u>83.13</u>
測定日 <u>2020年1月20日</u>	輪数(万輪) <u>84.13</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線⑤)

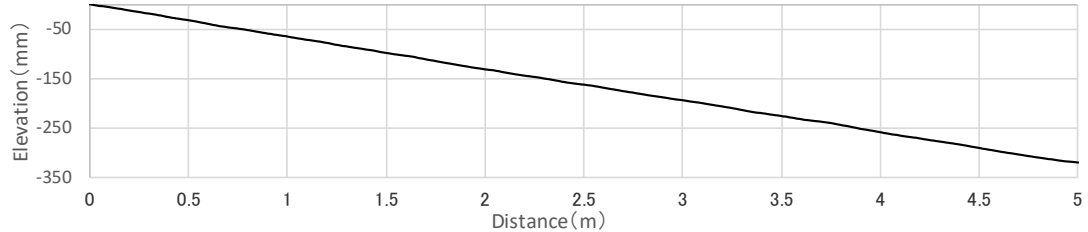
試験年月日 平成29年9月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

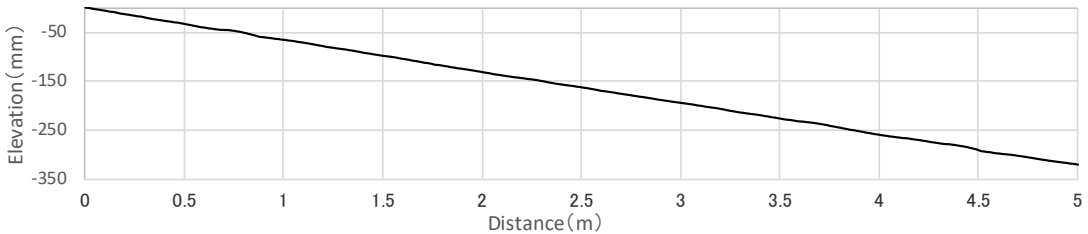
測定日 2017年9月20日

輪数(万輪) 0



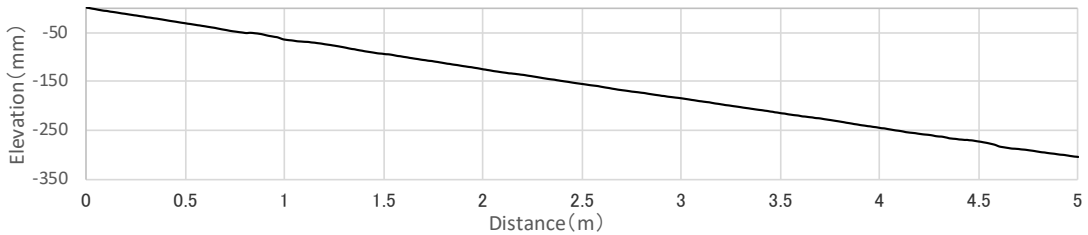
測定日 2017年9月26日

輪数(万輪) 1



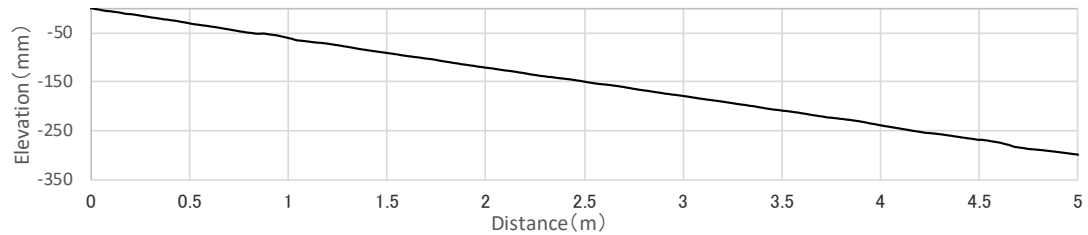
測定日 2017年10月10日

輪数(万輪) 4



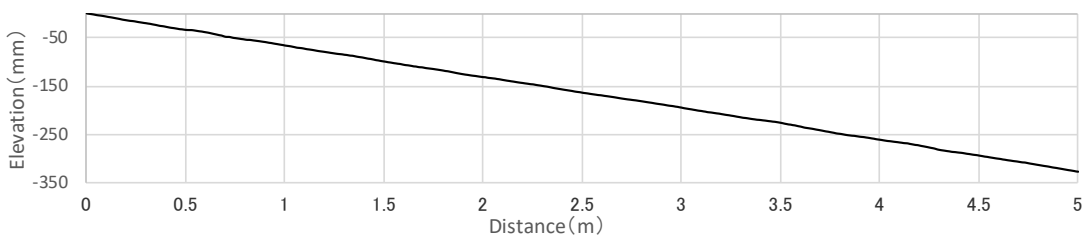
測定日 2017年12月14日

輪数(万輪) 10



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 35.4



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線⑤)

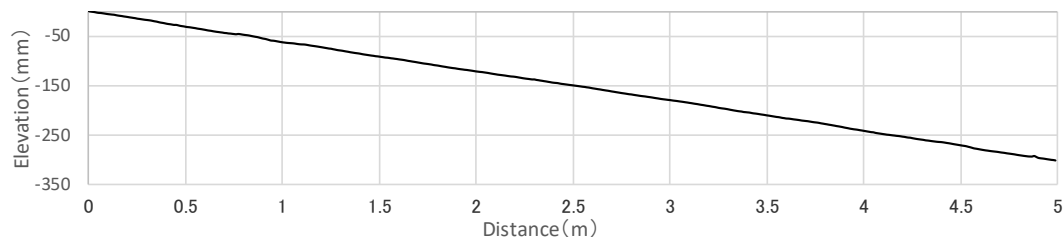
試験年月日 平成31年2月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

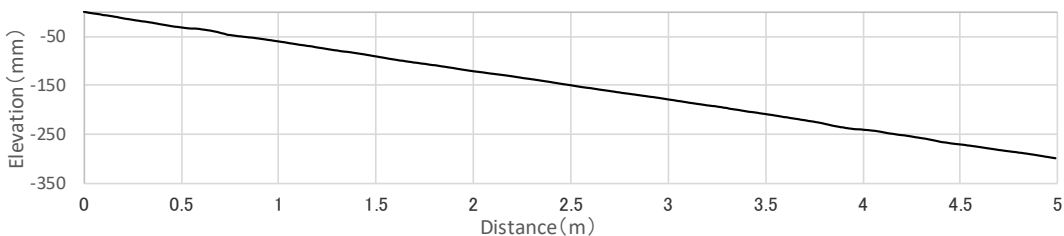
測定日 2019年2月14日

輪数(万輪) 55.4



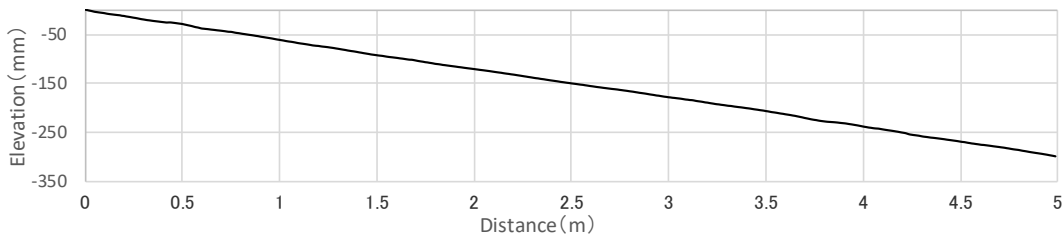
測定日 2019年7月23日

輪数(万輪) 78.5



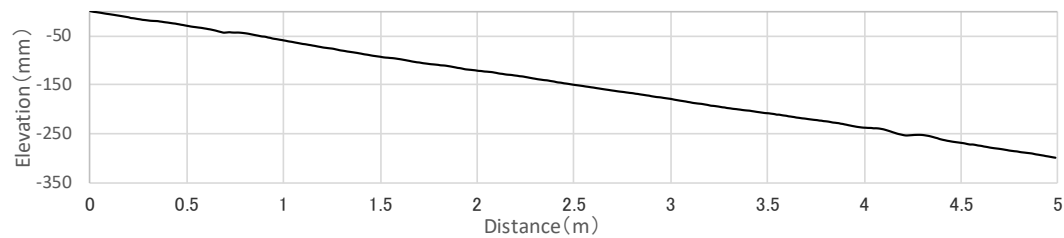
測定日 2019年7月30日

輪数(万輪) 79.38



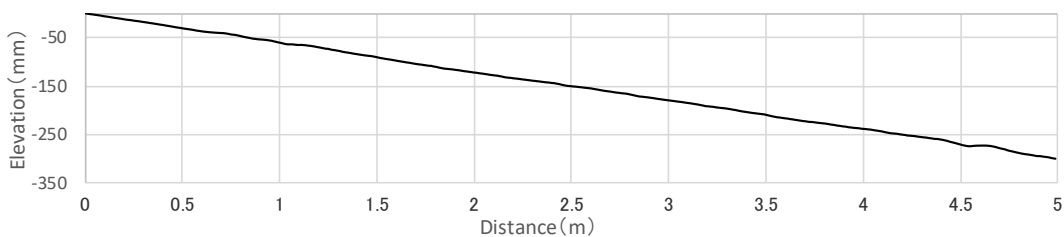
測定日 2019年8月20日

輪数(万輪) 81.7



測定日 2019年8月27日

輪数(万輪) 83.13



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線⑤)

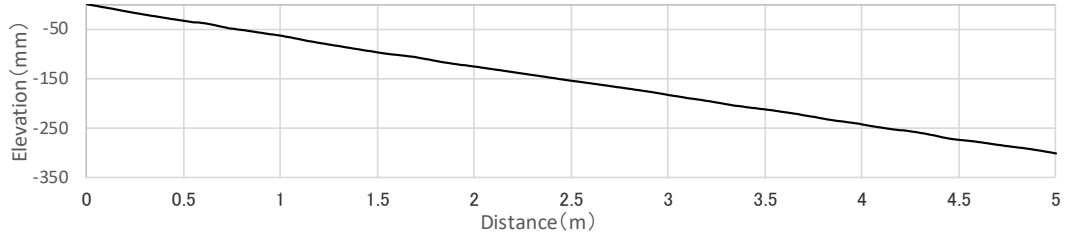
試験年月日 令和2年1月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

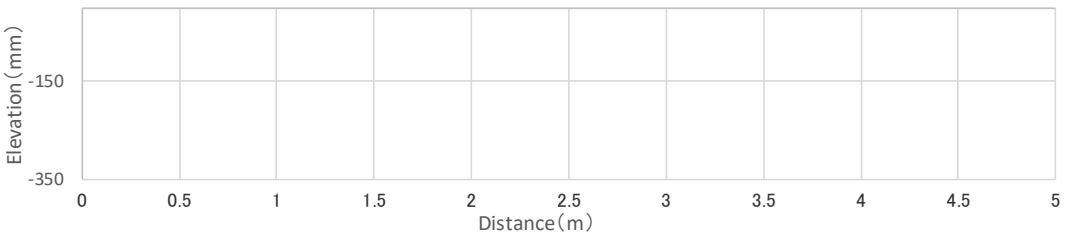
測定日 2020年1月20日

輪数(万輪) 84.13



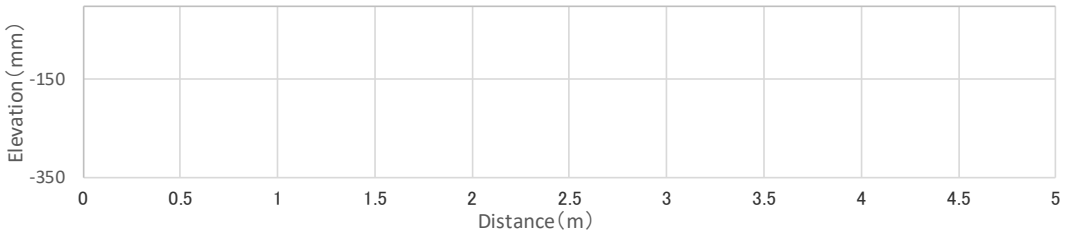
測定日 _____

輪数(万輪) _____



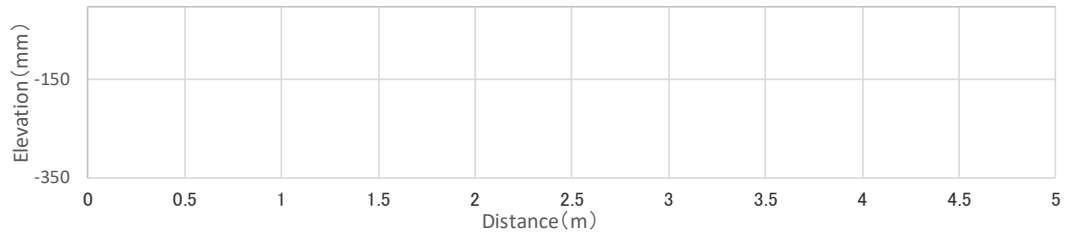
測定日 _____

輪数(万輪) _____



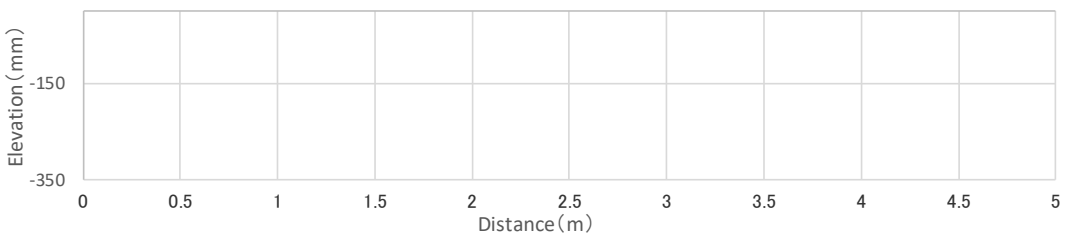
測定日 _____

輪数(万輪) _____



測定日 _____

輪数(万輪) _____



備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>コンクリート床版工区(側線⑥)</u>	試験年月日 <u>平成29年9月20日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2017年9月20日</u>	輪数(万輪) <u>0</u>
測定日 <u>2017年9月26日</u>	輪数(万輪) <u>1</u>
測定日 <u>2017年10月10日</u>	輪数(万輪) <u>4</u>
測定日 <u>2017年12月14日</u>	輪数(万輪) <u>10</u>
測定日 <u>2018年9月</u>	輪数(万輪) <u>35.4</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線⑥)

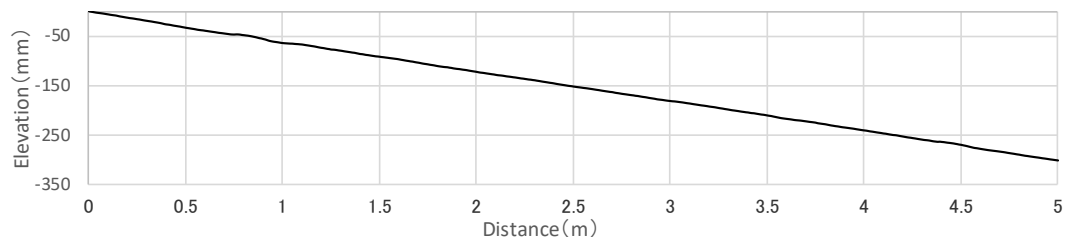
試験年月日 平成31年2月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

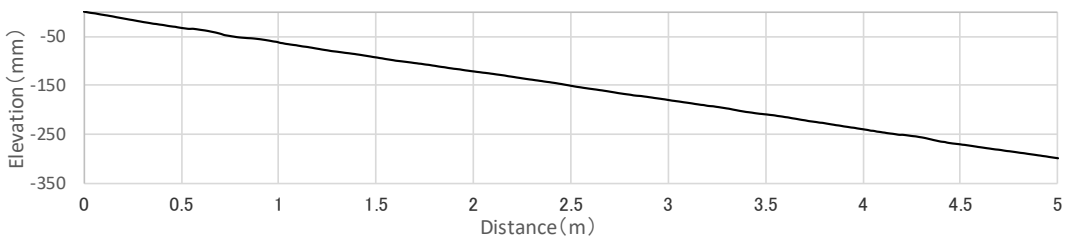
測定日 2019年2月14日

輪数(万輪) 55.4



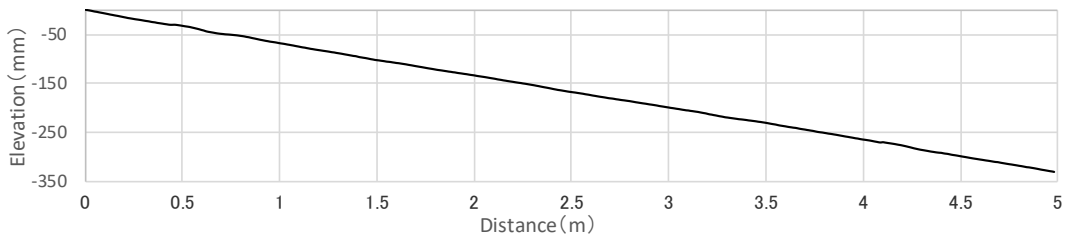
測定日 2019年7月23日

輪数(万輪) 78.5



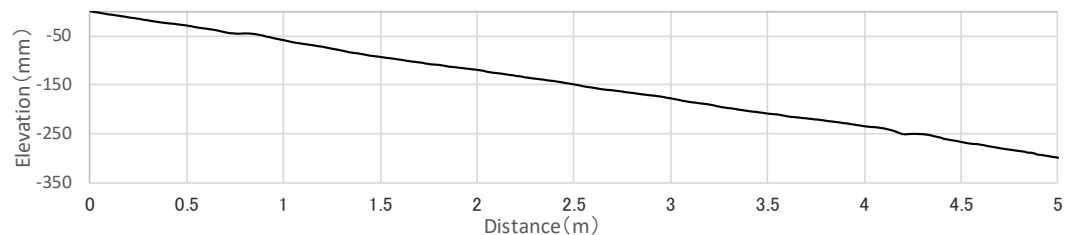
測定日 2019年7月30日

輪数(万輪) 79.38



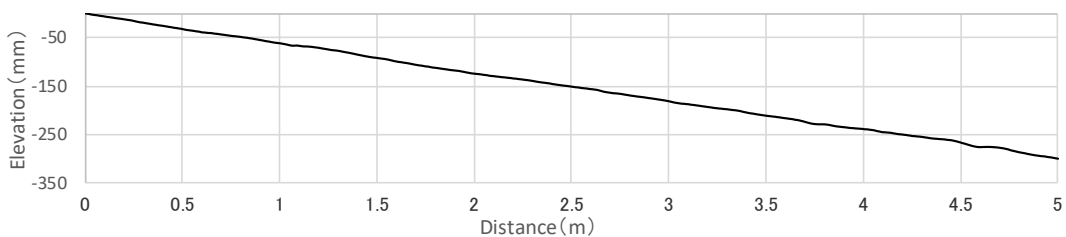
測定日 2019年8月20日

輪数(万輪) 81.7



測定日 2019年8月27日

輪数(万輪) 83.13



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(側線⑥)

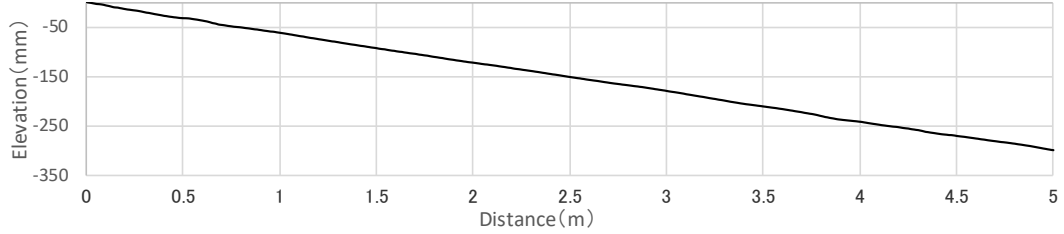
試験年月日 令和2年1月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

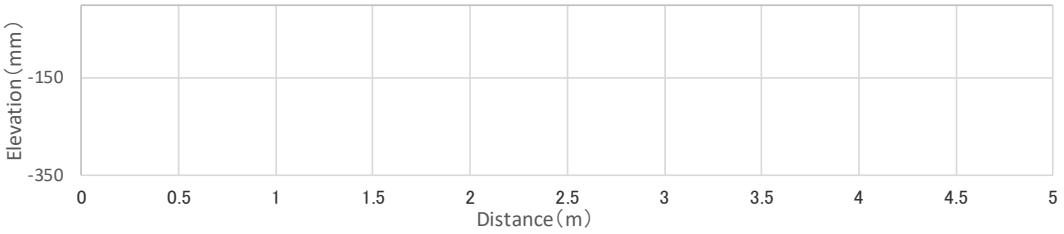
測定日 2020年1月20日

輪数(万輪) 84.13



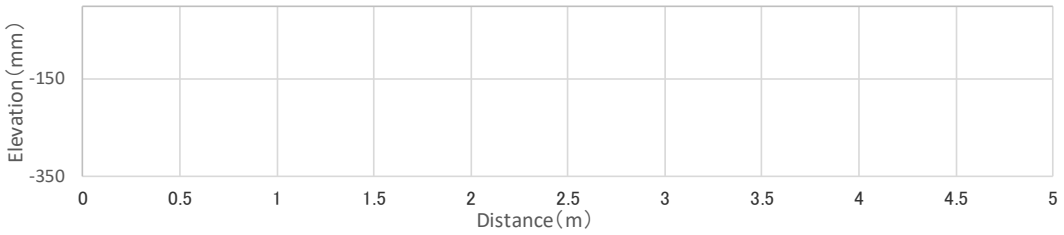
測定日 _____

輪数(万輪) _____



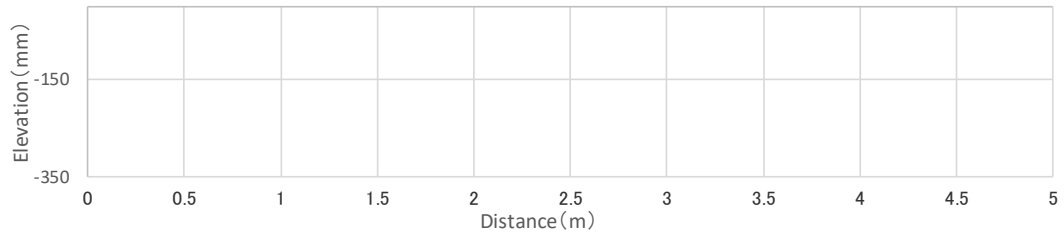
測定日 _____

輪数(万輪) _____



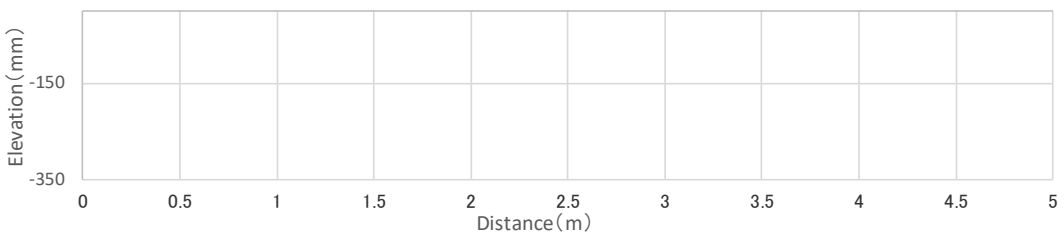
測定日 _____

輪数(万輪) _____



測定日 _____

輪数(万輪) _____



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(OWP)

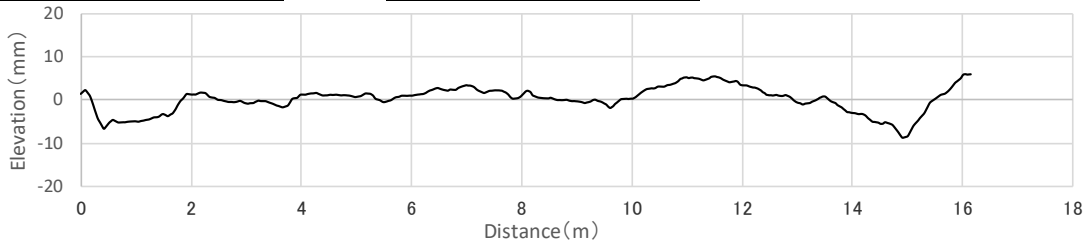
試験年月日 平成31年2月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

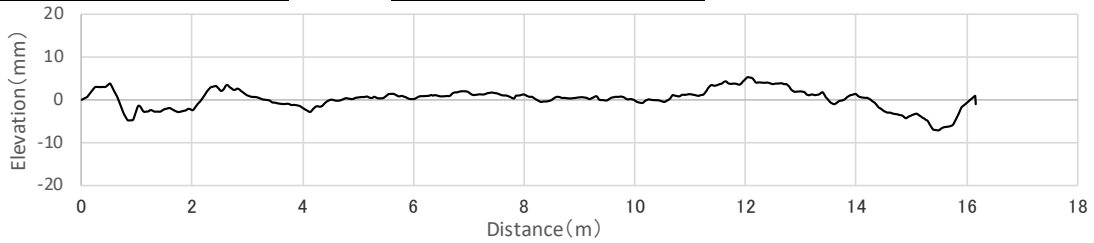
測定日 2019年2月14日

輪数(万輪) 55.4



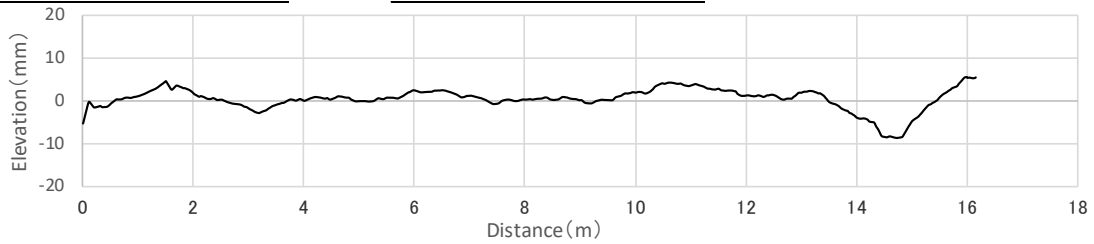
測定日 2019年7月23日

輪数(万輪) 78.5



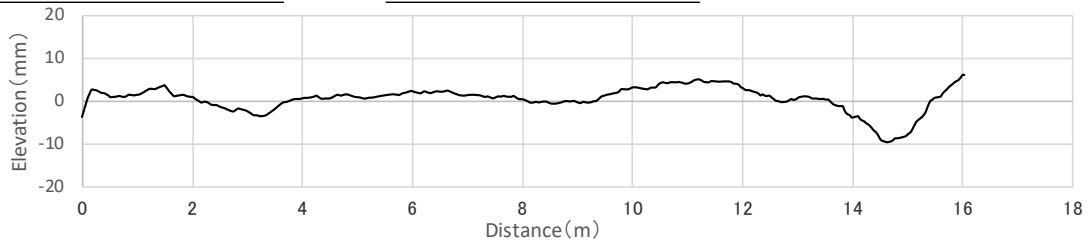
測定日 2019年7月30日

輪数(万輪) 79.38



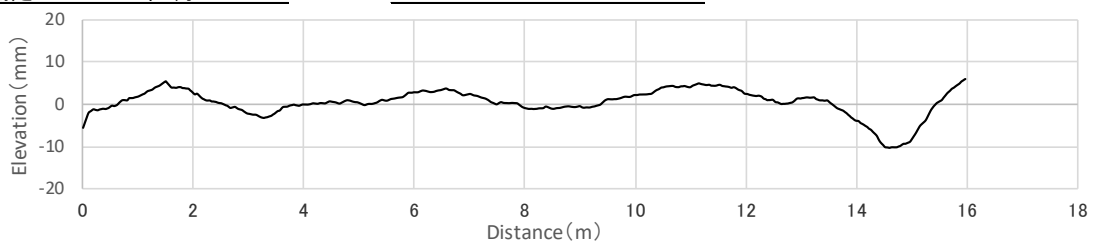
測定日 2019年8月20日

輪数(万輪) 81.7



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 83.13



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(OWP)

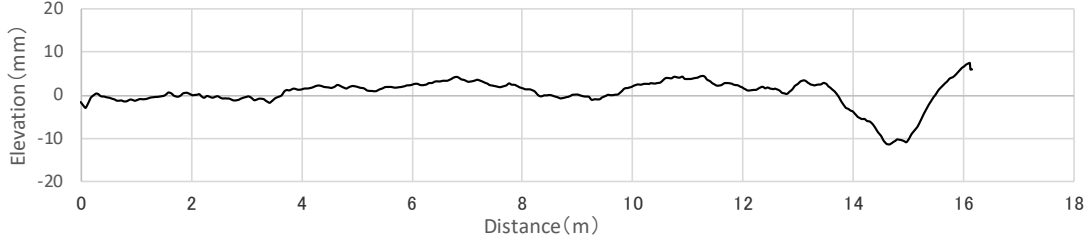
試験年月日 令和2年1月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

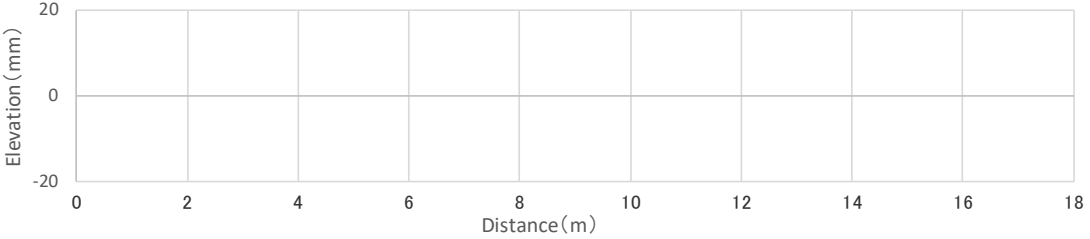
測定日 2020年1月20日

輪数(万輪) 84.13



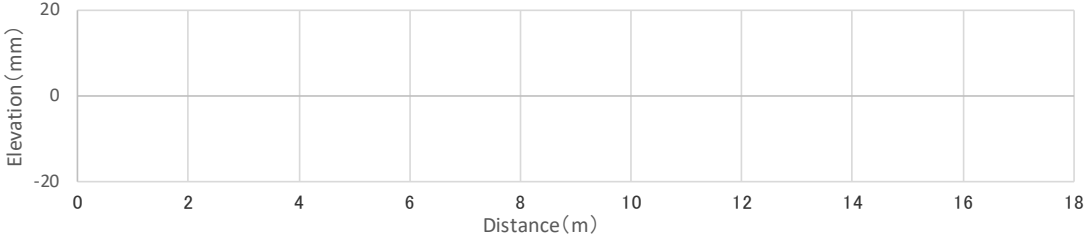
測定日 _____

輪数(万輪) _____



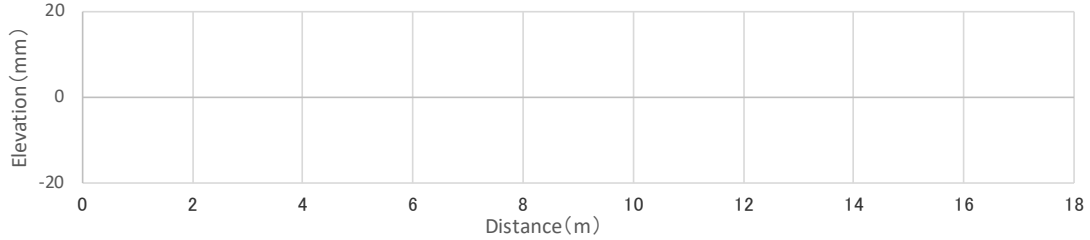
測定日 _____

輪数(万輪) _____



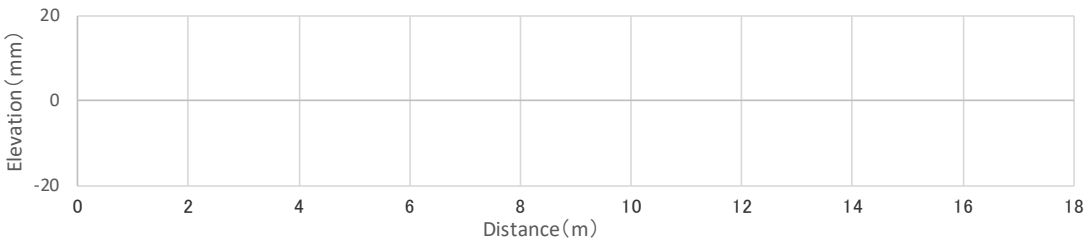
測定日 _____

輪数(万輪) _____



測定日 _____

輪数(万輪) _____



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(IWP)

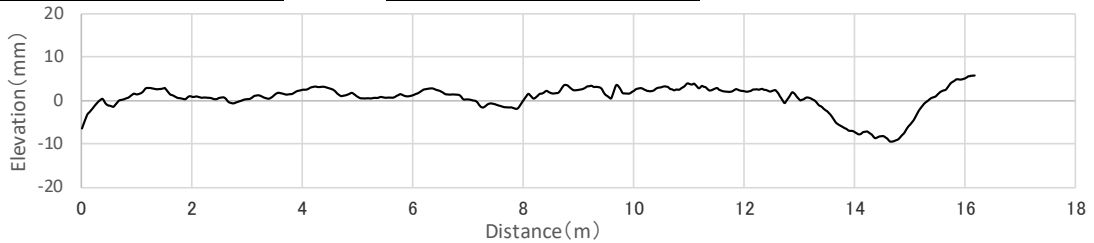
試験年月日 平成31年2月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

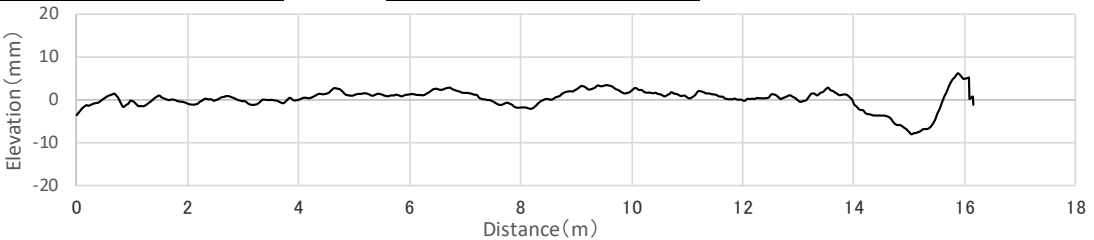
測定日 2019年2月14日

輪数(万輪) 55.4



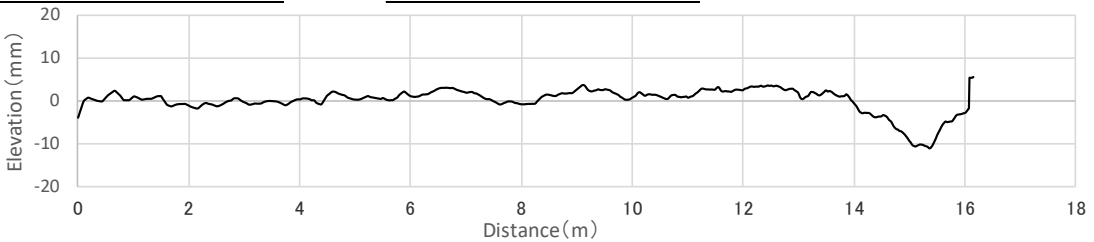
測定日 2019年7月23日

輪数(万輪) 78.5



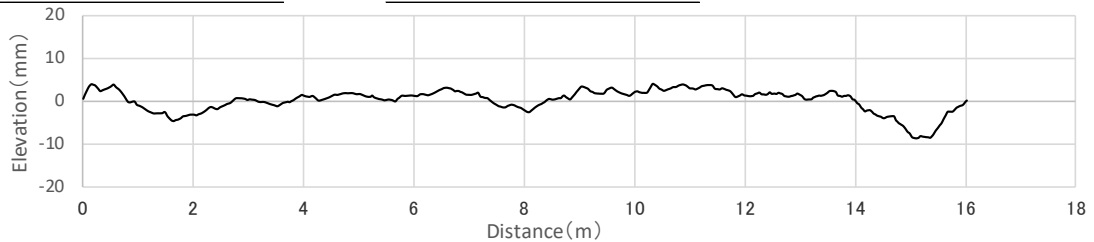
測定日 2019年7月30日

輪数(万輪) 79.38



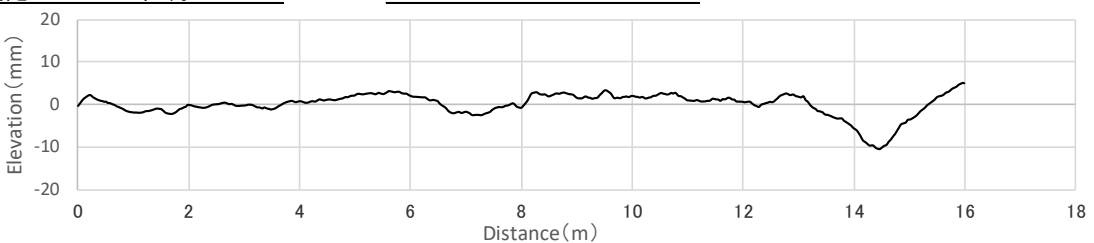
測定日 2019年8月20日

輪数(万輪) 81.7



測定日 2018年9月

輪数(万輪) 83.13



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 コンクリート床版工区(IWP)

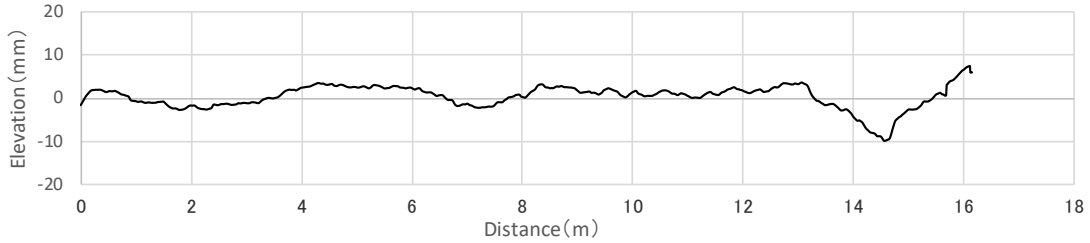
試験年月日 令和2年1月20日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

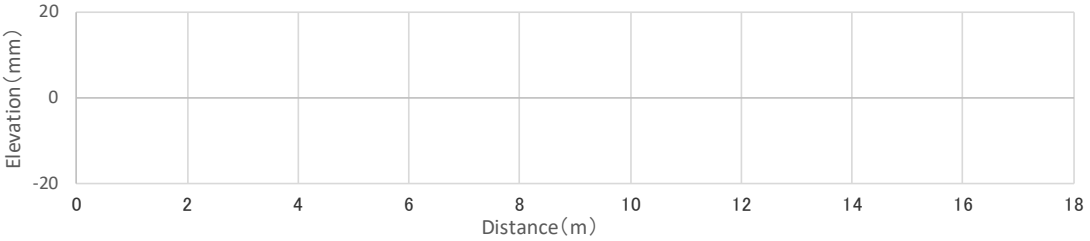
測定日 2020年1月20日

輪数(万輪) 84.13



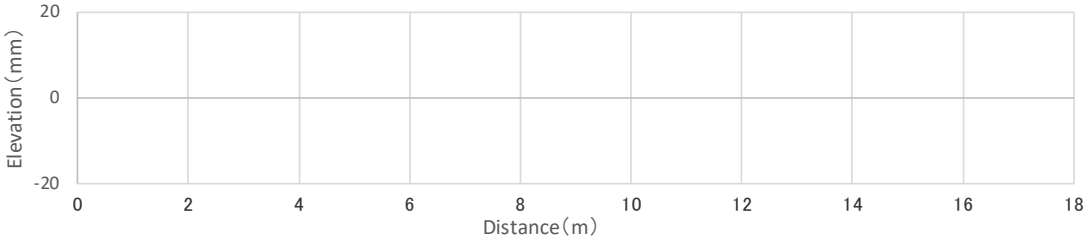
測定日 _____

輪数(万輪) _____



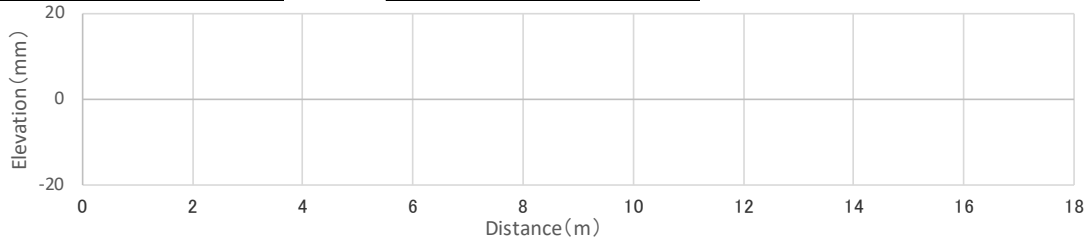
測定日 _____

輪数(万輪) _____



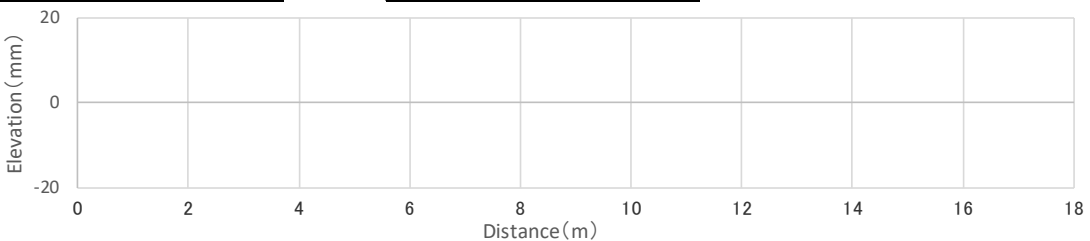
測定日 _____

輪数(万輪) _____



測定日 _____

輪数(万輪) _____



備考

付録-5

舗装走行実験場鋼床板への適用に関する試験施工における混合物及び混合物の試験結果

(バックデータ)

(鋼床版工区)

アスファルト混合物のリユエル流動性試験

調査名 コンクリート床版工区

試験年月日 平成30年8月31日

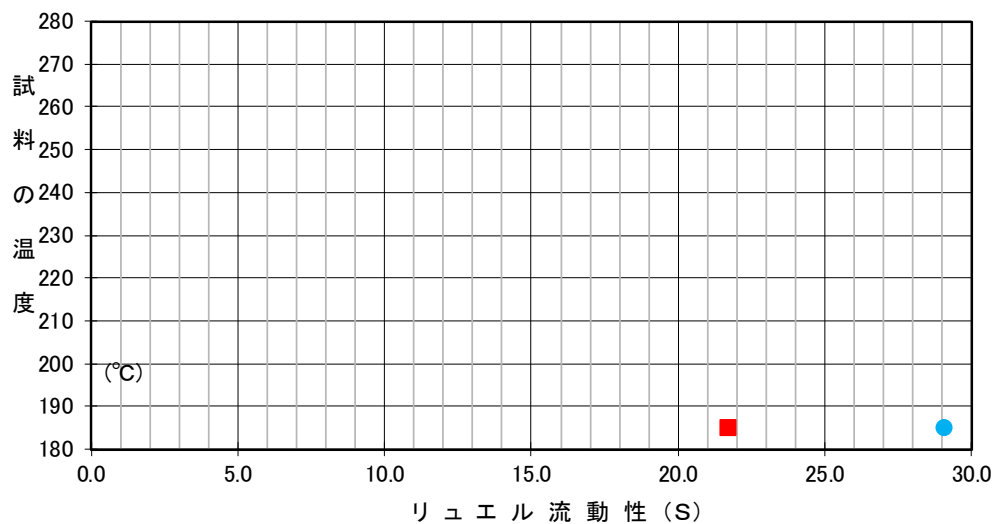
混合物の種類 グースアスファルト混合物

試験者 藤井 洋志

1. リユエル流動性と温度の測定

番号	バインダ 量 (%)	測定値					
		試料の温度 (°C)	185				
1	7.4	リユエル 流動性 (S)	21.7				
2	7.4	試料の温度 (°C)	185				
		リユエル 流動性 (S)	29.1				

2. リユエル流動性と温度の関係図



ホイールトラッキング試験

工 事 名 称：鋼床版工区	試験年月日：平成30年9月4日
配 合 名 称：配合①	試験者：藤井 洋志
使用バインダ：グース用改質バインダ	混合温度：177°C
バインダ量：7.6 %	
混合物の基準密度(A)：2.385 g/cm ³	
混合物の理論密度：2.404 g/cm ³	
供試体の作製場所：1. 室内 2. 現場 3. 現場切取り 換算係数：C ₂ =1.0	

試験条件 上載荷重：70 kg	60°C接地圧：6.4 kgf/cm ²	
試験温度：60 °C	走行回数：2520 回	
走行方式：1. クランク式 2. チェーン式 換算係数：C ₁ =1.0		

供試体の番号		No.1	No.2	No.3	平均
①供試体空中重量	(g)	10801	10811	10795	
②供試体水中重量	(g)	6273	6271	6265	
③供試体表乾重量	(g)	10809	10818	10800	
④供試体体積	(cm ³)	4536	4547	4535	
⑤供試体密度(かさ密度)	(g/cm ³) ①/④	2.381	2.378	2.380	2.380
⑥供試体締固め度	(%) ⑤/A×100	99.8	99.7	99.8	—
変形量	(mm) ⑦d30	1.66	2.39	1.96	
	⑧d45	2.23	3.22	2.78	
	⑨d60	2.89	4.10	3.68	
⑩変形量の差	(mm) ⑨-⑧	0.66	0.88	0.90	⑪ 0.81
⑫動的安定度DS(回/mm)	X=15×42×C ₁ ×C ₂ /⑩	955	716	700	
⑬平均動的安定度DS(回/mm)	X=15×42×C ₁ ×C ₂ /⑪				790
⑭平均値との差の平方	(⑬-Xi) ²	27,225	5,476	8,100	
⑮標準偏差	S=√(Σ⑭/n-1)				142.8
⑯変動係数(%)	CV=⑮/⑬×100				18.1
⑰圧密変形量d _o (mm)	⑧×4-⑨×3	0.25	0.58	0.08	0.3
時間-変形量曲線の形状		上凸型	上凸型	上凸型	

備考

ホイールトラッキング試験

工事名称：鋼床版工区	試験年月日：平成30年9月4日
配合名称：配合②	試験者：藤井 洋志
使用バインダ：グース用改質バインダ	混合温度：170°C
バインダ量：8.4 %	
混合物の基準密度(A)：2.378 g/cm ³	
混合物の理論密度：2.394 g/cm ³	
供試体の作製場所：1. 室内 2. 現場 3. 現場切取り 換算係数：C ₂ =1.0	

試験条件 上載荷重：70 kg	60°C接地圧：6.4 kgf/cm ²
試験温度：60 °C	走行回数：2520 回
走行方式：1. クランク式 2. チェーン式 換算係数：C ₁ =1.0	

供試体の番号		No.1	No.2	No.3	平均
①供試体空中重量 (g)		10805	10787	10800	
②供試体水中重量 (g)		6252	6237	6262	
③供試体表乾重量 (g)		10809	10795	10809	
④供試体体積 (cm ³)		4557	4558	4547	
⑤供試体密度(かさ密度) (g/cm ³)	①/④	2.371	2.367	2.375	2.371
⑥供試体締固め度 (%)	⑤/A×100	99.7	99.5	99.9	—
変形量 (mm)	⑦d30	8.89	8.71	9.83	
	⑧d45	12.21	11.77	13.16	
	⑨d60	15.21	14.78	16.10	
⑩変形量の差 (mm)	⑨-⑧	3.00	3.01	2.94	⑪ 2.98
⑫動的安定度DS(回/mm)	$X=15 \times 42 \times C_1 \times C_2 / ⑩$	210	209	214	
⑬平均動的安定度DS(回/mm)	$X=15 \times 42 \times C_1 \times C_2 / ⑪$				210
⑭平均値との差の平方	$(⑬ - X_i)^2$	0	1	16	
⑮標準偏差	$S = \sqrt{(\sum ⑭ / n - 1)}$				2.9
⑯変動係数(%)	$CV = ⑮ / ⑬ \times 100$				1.4
⑰圧密変形量d _o (mm)	⑧×4-⑨×3	3.21	2.74	4.34	3.43
時間-変形量曲線の形状		上凸型	上凸型	上凸型	

備考

グーアスファルト混合物の貫入試験

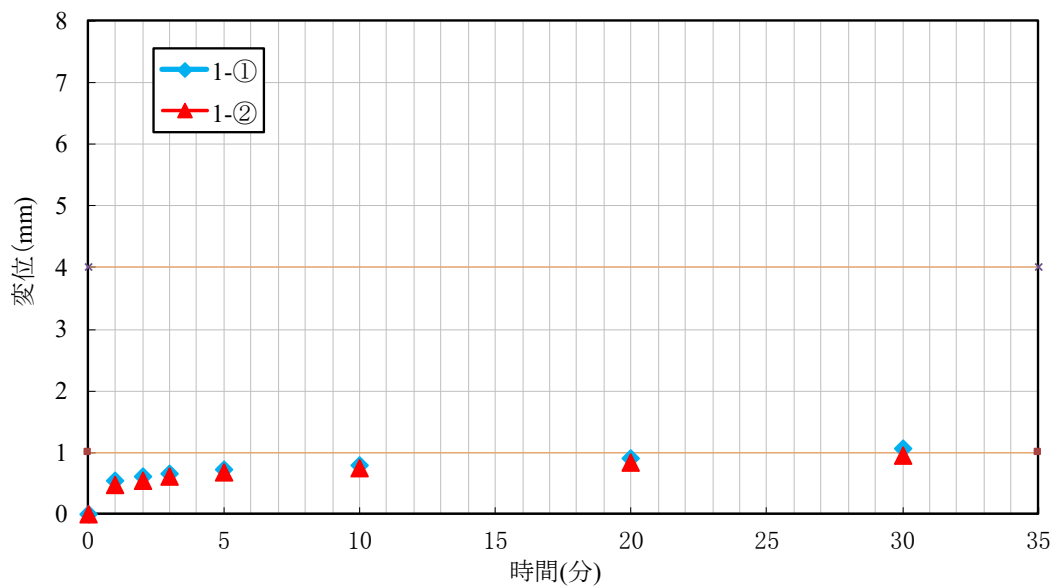
調査名・目的： 鋼床版工区	作 製 日： 平成30年8月31日
混合物の種類： 配合①	試 験 年 月 日： 平成30年9月3日
条 件：	試 験 者： 山田 翔平

試験条件 試験温度： 40 ± 2 °C 載荷荷重： 515 ± 9.82 N 載荷時間： 30 分

1. 貫入量の測定

供試体の 番号	As量 (%)	載 荷 時 間 (分)								貫入量 (mm)
		0	1	2	3	5	10	20	30	
1-①	7.60	0.00	0.55	0.61	0.66	0.72	0.80	0.90	1.06	1.06
1-②	7.60	0.00	0.47	0.54	0.62	0.67	0.75	0.84	0.94	0.94

2. 載荷時間と変位の関係図



グースアスファルト混合物の貫入試験

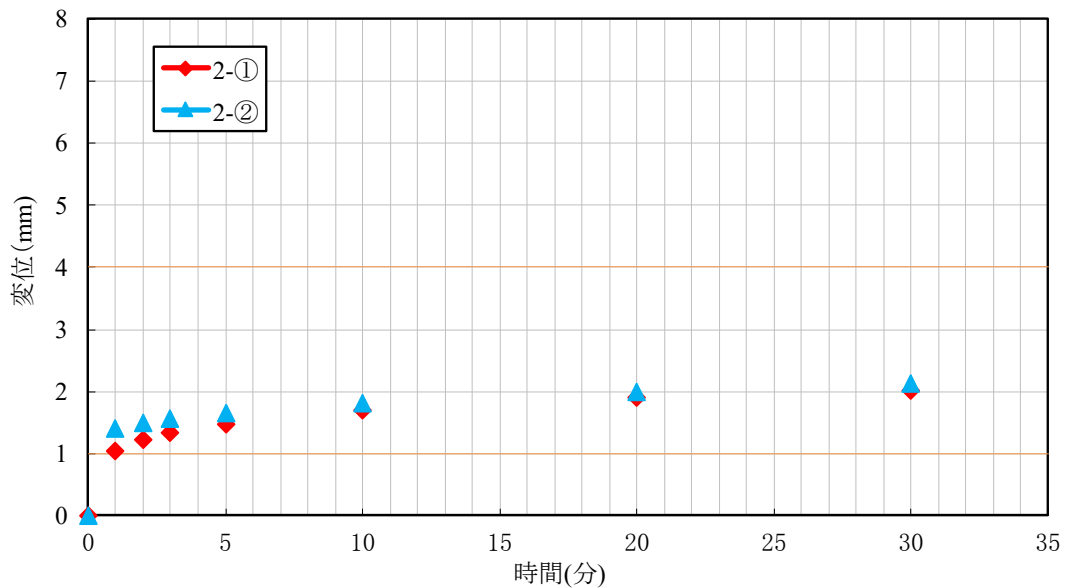
調査名・目的： 鋼床版工区 作 製 日： 平成30年8月31日
 混合物の種類： 配合② 試 験 年 月 日： 平成30年9月3日
 条 件： 試 験 者： 桃田 大晃

試験条件 試験温度： 40±2 °C 載荷荷重： 515±9.82 N 載荷時間： 30 分

1. 貫入量の測定

供試体の 番号	As量 (%)	載 荷 時 間 (分)								貫入量 (mm)
		0	1	2	3	5	10	20	30	
2-①	8.40	0.00	1.04	1.22	1.33	1.47	1.69	1.89	2.01	2.01
2-②	8.40	0.00	1.40	1.49	1.56	1.66	1.81	1.99	2.13	2.13

2. 載荷時間と変位の関係図



曲げ試験

工事名称：鋼床版工区

配合名称：配合①

試験年月日：平成30年8月31日

使用 As：グース用改質バインダA

試験者：山田 翔平

As量：7.6 % (総バインダー量 %)

混合物の基準密度(A)：2.385 g/cm³

混合物の理論密度：2.404 g/cm³

試験条件

試験温度：-10°C

支点間距離：200mm

載荷速度：50mm/min

補正なし

補正あり

供試体 No.		1-1	1-2	1-1	1-2	
①	供試体の密度 (g/cm ³)	2.380	2.375	2.380	2.375	
②	供試体の締固め度 (%)	99.8	99.6	99.8	99.6	
③	供試体の幅 (mm) b	101.4	101.1	101.4	101.1	
④	供試体の厚さ (mm) h	54.6	54.3	54.6	54.3	
⑤	破断時の荷重 (N) P	14463.9	16040.1	14463.9	16040.1	
⑥	破断時の変形量 (mm) d	1.512	1.583	0.830	0.810	
⑦	破断時の曲げ強度 (MPa) $\frac{3 \times L \times P}{2 \times b \times h^2}$	σ	14.35	16.14	14.35	16.14
		平均	15.25		15.25	
⑧	破断時のひずみ $\frac{6 \times h \times d}{L^2}$	ϵ	1.24E-02	1.29E-02	6.80E-03	6.60E-03
		平均	1.26E-02		6.70E-03	

備考

曲げ試験

工事名称：鋼床版工区

配合名称：配合②

試験年月日：平成30年8月31日

使用 As：グース用改質バインダ

試験者：山田 翔平

As量：8.4%(総バインダー量%)

混合物の基準密度(A)：2.378 g/cm³

混合物の理論密度：2.394 g/cm³

試験条件

試験温度：-10°C

支点間距離：200mm

載荷速度：50mm/min

補正なし

補正あり

供試体 No.		2-1	2-2	2-1	2-2	
①	供試体の密度 (g/cm ³)	2.372	2.371	2.372	2.361	
②	供試体の締固め度 (%)	99.7	99.7	99.7	99.7	
③	供試体の幅 (mm) b	100.2	101.0	100.2	101.0	
④	供試体の厚さ (mm) h	52.9	53.8	52.9	53.8	
⑤	破断時の荷重 (N) P	13776.4	13396.6	13776.4	13396.6	
⑥	破断時の変形量 (mm) d	1.482	1.578	0.770	1.100	
⑦	破断時の曲げ強度 (MPa) $\frac{3 \times L \times P}{2 \times b \times h^2}$	σ	14.74	13.75	14.74	13.75
		平均	14.24		14.24	
⑧	破断時のひずみ $\frac{6 \times h \times d}{L^2}$	ϵ	1.18E-02	1.27E-02	6.11E-03	8.88E-03
		平均	1.22E-02		7.49E-03	

備考

直接引張試験

工事名： 鋼床版工区	試験年月日： 平成30年8月31日
車線名： 土木研究所 走行実験場	試験者： 藤井 洋志
混合物の種類： 開発グース	試験機機名： 建研式接着剥離試験機

引張接着強度(MPa)=P/A

P : 最大荷重(N) A : 接着面積 7854.0mm²

試験温度:23℃

No.	最大荷重 (N)	引張接着強度(MPa)		破断面の 破壊状況	備考
			平均		
配合①	4500	0.57	0.69		界面剥離
	6000	0.76			界面剥離
	5600	0.71			界面剥離
	5600	0.71			界面剥離
配合②	4300	0.55	0.60		界面剥離
	4700	0.60			界面剥離
	4800	0.61			界面剥離
	4900	0.62			界面剥離

直接引張試験

工事名: 鋼床版工区	試験年月日: 平成30年8月31日
車線名: 土木研究所 走行実験場	試験者: 藤井 洋志
混合物の種類: 開発グース	試験機機名: 建研式接着剥離試験機

引張接着強度(MPa)=P/A

P : 最大荷重(N) A : 接着面積 7854.0mm² 試験温度:-10℃

No.	最大荷重 (N)	引張接着強度(MPa)		破断面の 破壊状況	備考
			平均		
配合①	10800	1.38	1.15		界面剥離
	8300	1.06			界面剥離
	9100	1.16			界面剥離
	8000	1.02			界面剥離
配合②	6200	0.79	0.80		界面剥離
	5800	0.74			界面剥離
	7100	0.90			界面剥離
	6100	0.78			界面剥離

直接引張試験

工事名: 鋼床版工区
 試験年月日: 平成30年10月10日
 車線名: 土木研究所 走行実験場
 試験者: 藤井 洋志
 混合物の種類: 開発グース
 試験機機名: オートグラフ
 舗装設計厚 = 40mm 表層: 密粒度13改質II型

引張接着強度(MPa) = P/A

P: 最大荷重(N) A: 接着面積 7854.0mm² 初期値

No.	最大荷重 (N)	引張接着強度(MPa)		破断面の 破壊状況	備考
			平均		
配合①	9829	1.25	1.29	E	表層10%程度破壊
	10210	1.30		E	表層10%程度破壊
	10421	1.33		DE	表層10%程度破壊
配合②	8980	1.14	1.51	DE	表層10%程度破壊
	15293	1.95		D	表層混合物破壊
	11272	1.44		E	表層40%程度破壊

- | | |
|---|---------------|
| A | 基層と鋼製治具との界面破壊 |
| B | 基層の凝集破壊 |
| C | 基層と表層との界面破壊 |
| D | 表層の凝集破壊 |
| E | 表層と鋼製治具との界面破壊 |

アスファルト混合物の加圧透水試験

工事名称：鋼床版工区	試験年月日：平成30年10月11日
配合名称：配合①	試験者：山田翔平
使用As：グース用改質バインダA	理論密度(g/cm ³): 2.404
バインダ量(%): 7.6	基準密度(g/cm ³): 2.385
初期値	

供試体番号			1	2	3
①	供試体平均厚さ(L)	cm	3.52	3.57	3.49
②	供試体平均直径	cm	9.83	9.84	9.81
③	供試体断面積(A)	cm ²	75.8	76.0	75.5
④	かさ密度	g/cm ³	2.399	2.400	2.392
⑤	締め固め度	%	100.6	100.6	100.3
⑥	バインダ容積	%	17.6	17.6	17.6
⑦	空隙率	%	0.2	0.2	0.5
⑧	骨材間隙率	%	17.8	17.8	18.1
⑨	飽和度	%	98.9	98.9	97.2
⑩	水頭差(H)	cm	1529.6	1529.6	1529.6
⑪	測定時間(t2-t1)	sec	600	600	600
⑫	透水量(Q)	cc	0.0	0.0	0.0
⑬	水温	°C	14.3	14.3	14.3
⑭	水温15°Cにおける補正係数		1.027	1.027	1.027
⑮	①/⑩(L/H)	cm	0.002299696	0.002335654	0.002281717
⑯	⑫/(③*⑪) (Q/(A(t2-t1)))		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑰	Kt=⑮*⑯	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑱	K15=⑰*⑭	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑲	K15の平均値	cm/sec	0.0E+00		

備考

アスファルト混合物の加圧透水試験

工事名称： <u>鋼床版工区</u>	試験年月日： <u>平成30年10月11日</u>
配合名称： <u>配合②</u>	試験者： <u>山田翔平</u>
使用As： <u>グース用改質バイнда</u>	理論密度(g/cm ³)： <u>2.394</u>
バイнда量(%)： <u>7.4</u>	基準密度(g/cm ³)： <u>2.378</u>
初期値	

供試体番号			1	2	3
①	供試体平均厚さ(L)	cm	3.48	3.55	3.50
②	供試体平均直径	cm	9.87	9.90	9.87
③	供試体断面積(A)	cm ²	76.5	76.9	76.5
④	かさ密度	g/cm ³	2.384	2.387	2.390
⑤	締め固め度	%	100.3	100.4	100.5
⑥	バイнда容積	%	17.5	17.5	17.6
⑦	空隙率	%	0.4	0.3	0.2
⑧	骨材間隙率	%	17.9	17.8	17.8
⑨	飽和度	%	97.8	98.3	98.9
⑩	水頭差(H)	cm	1529.6	1529.6	1529.6
⑪	測定時間(t2-t1)	sec	600	600	600
⑫	透水量(Q)	cc	0.0	0.0	0.0
⑬	水温	°C	14.3	14.3	14.3
⑭	水温15°Cにおける補正係数		1.027	1.027	1.027
⑮	①/⑩(L/H)	cm	0.002273545	0.00231931	0.002288255
⑯	⑫/(③*⑪)(Q/(A(t2-t1)))		0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑰	Kt=⑮*⑯	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑱	K15=⑰*⑭	cm/sec	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
⑲	K15の平均値	cm/sec	0.0E+00		

備考

アスファルト混合物の透気試験

調査名 鋼床版工区

試験年月日 平成30年8月31日

混合物の種類 グーアスファルト混合物

試験者 _____

1. 透気量の測定

配合	バインダ 量 (%)	測定値						
		測定時間 (S)	L 60	CL 60	R 60			
1	7.6	測定時間 (S)	L 60	CL 60	R 60			
		圧力 (Mpa)	-0.077	-0.078	-0.078			
2	8.4	測定時間 (S)	L 60	CL 60	R 60			
		圧力 (Mpa)	-0.078	-0.078	-0.078			

2. 備考

アスファルト混合物の臭気測定

調査名 鋼床版工区

試験年月日 平成30年8月31日

混合物の種類 グースアスファルト混合物

試験者 藤井 洋志

1. 臭気の測定

配合	バインダ 量 (%)	測定値						
		状況	練り落とし	クッキング	荷下ろし	敷きならし		
1	7.6	状況	練り落とし	クッキング	荷下ろし	敷きならし		
		カウント値	124.0	131.0	213.0	304.0		
2	8.4	状況	練り落とし	クッキング	荷下ろし	敷きならし		
		カウント値	136.0	130.0	226.0	315.0		

2. 備考

測定時の風向き、風速の影響を受けるためサンプリング中の安定した値を代表値として採用した。

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線①)

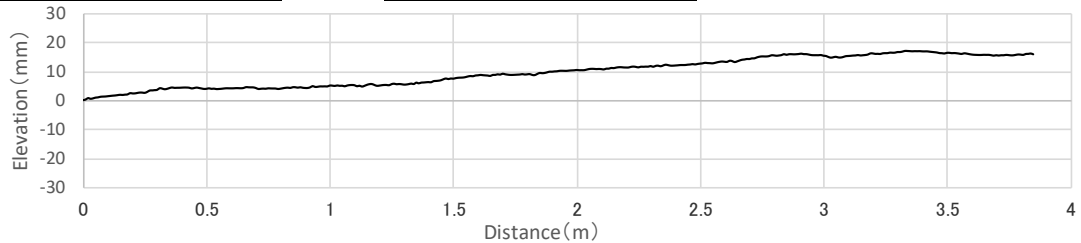
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

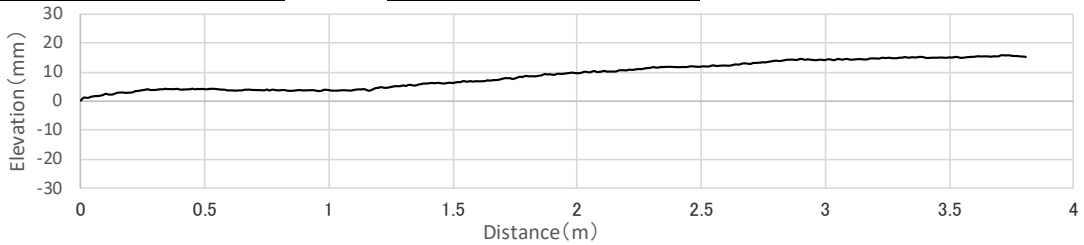
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



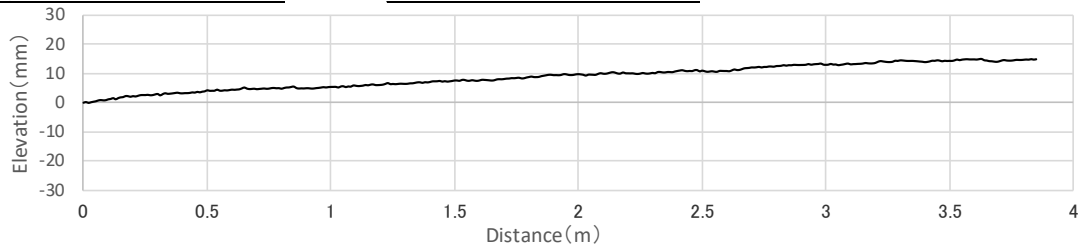
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



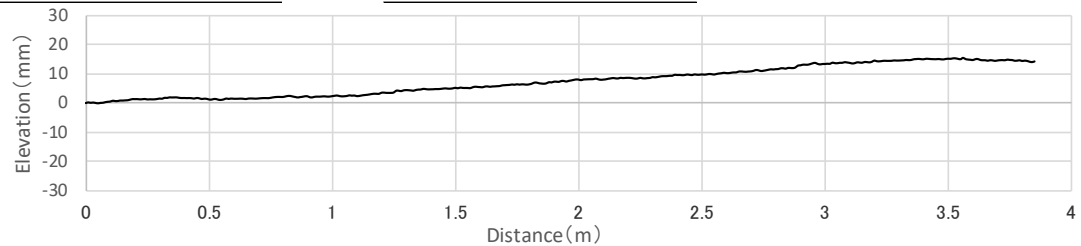
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



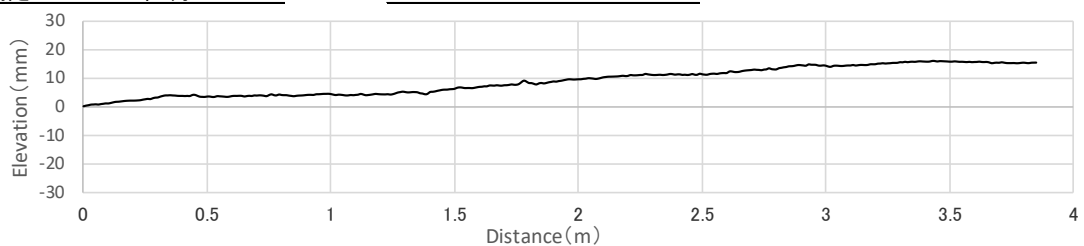
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



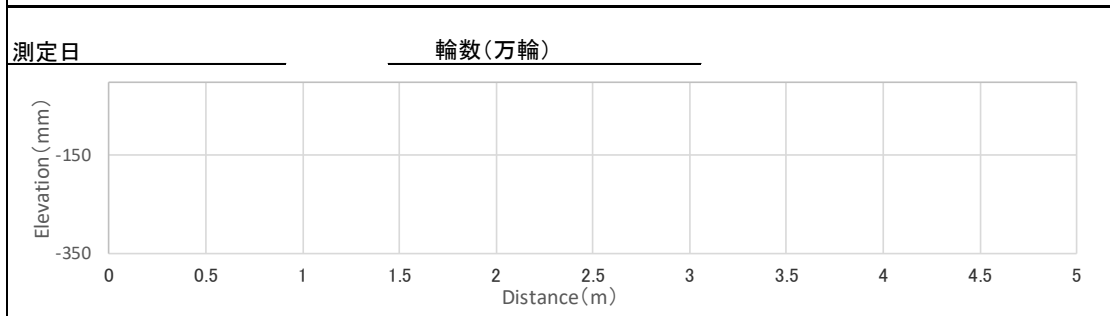
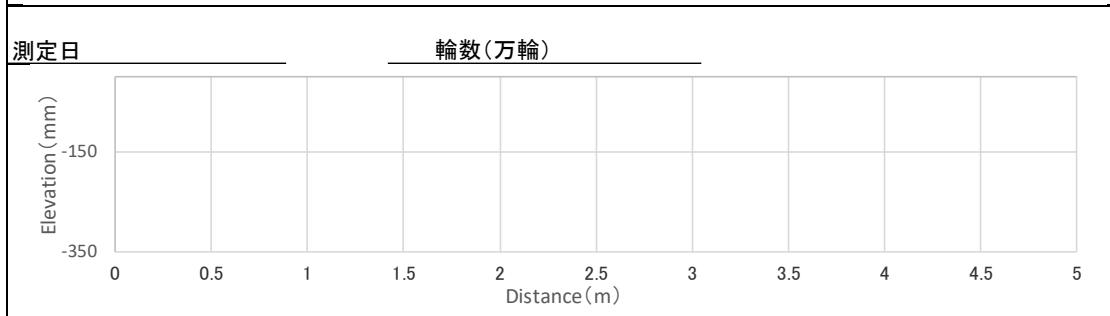
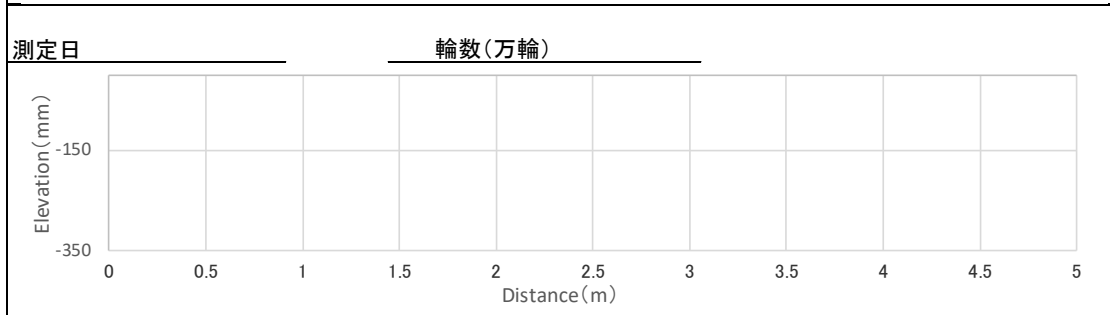
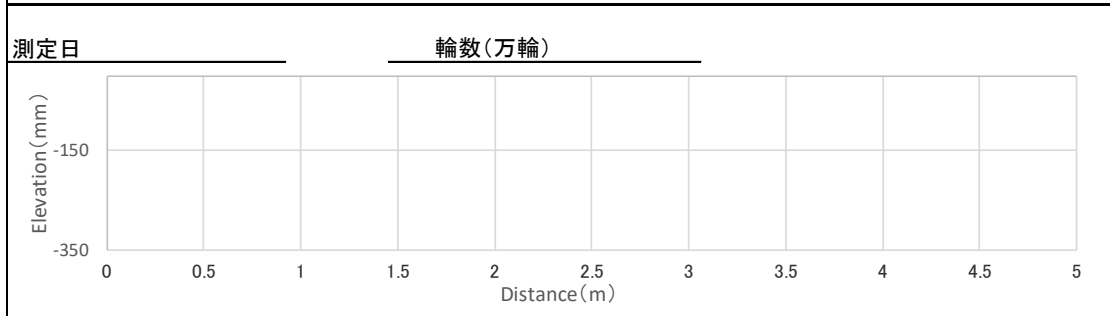
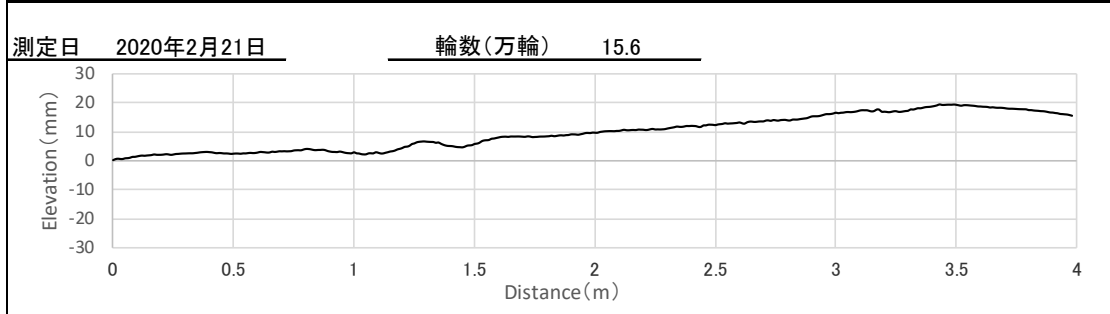
備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>鋼床版工区(側線①)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u> 試験者 <u>藤井 洋志</u>	
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>3.94</u>
測定日 <u>2019年8月5日</u>	輪数(万輪) <u>4.94</u>
測定日 <u>2019年8月8日</u>	輪数(万輪) <u>5.94</u>
測定日 <u>2019年12月3日</u>	輪数(万輪) <u>8.94</u>
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>12.53</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線①) 試験年月日 令和2年2月21日
 混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型 試験者 藤井 洋志



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線②)

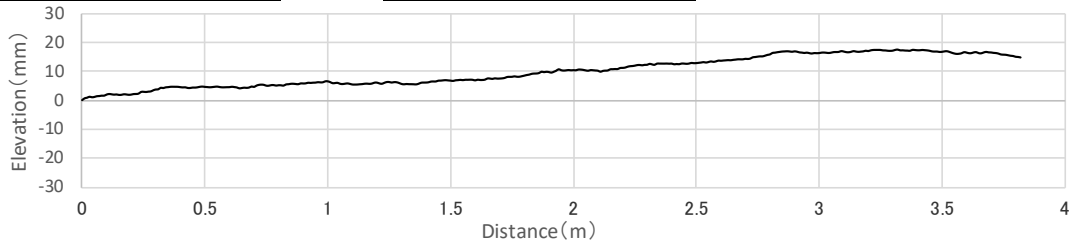
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

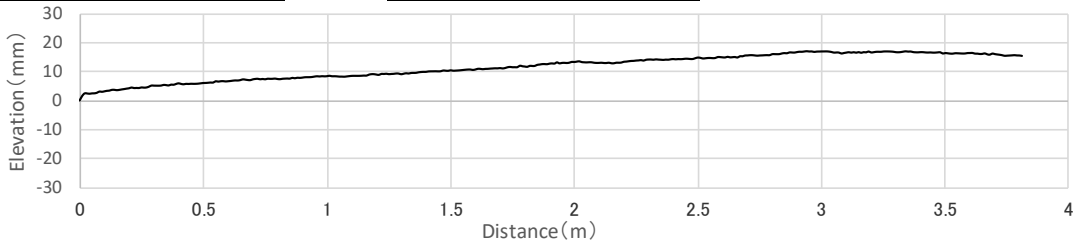
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



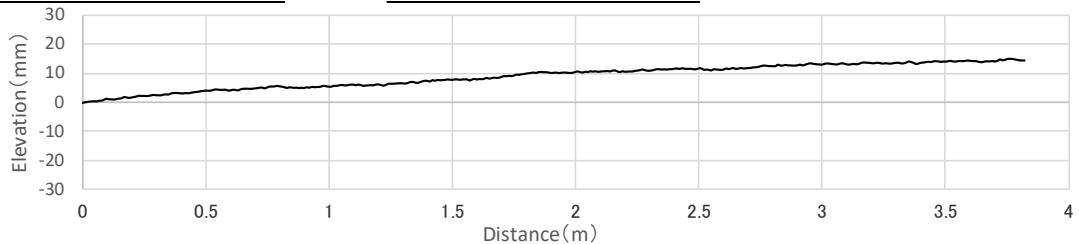
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



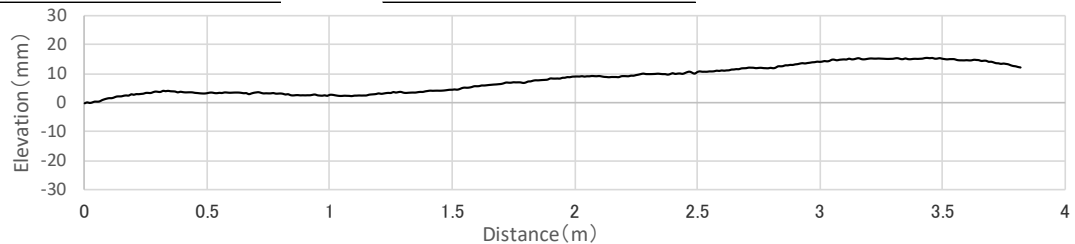
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



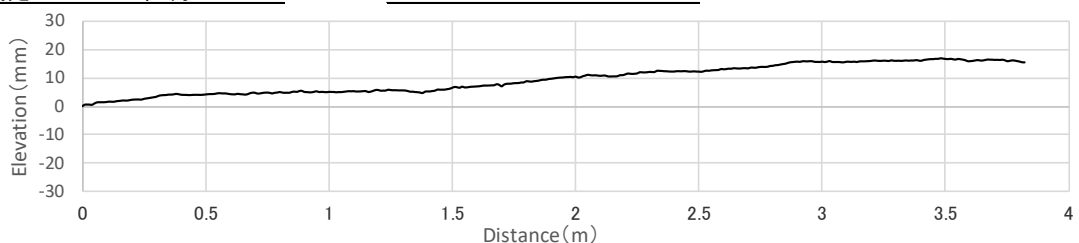
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



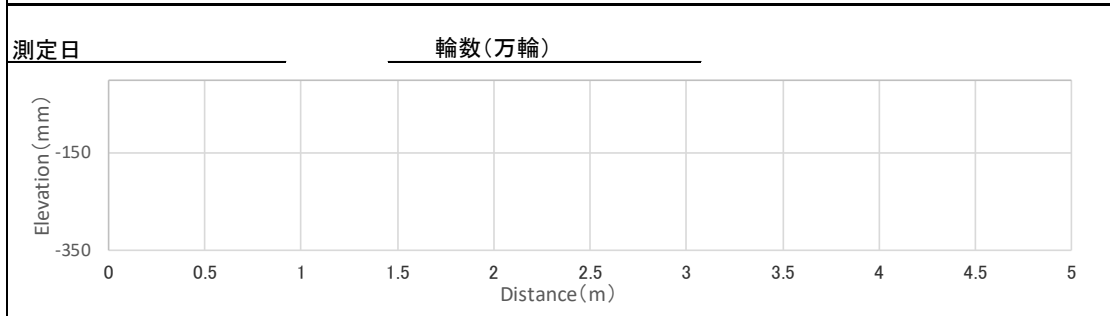
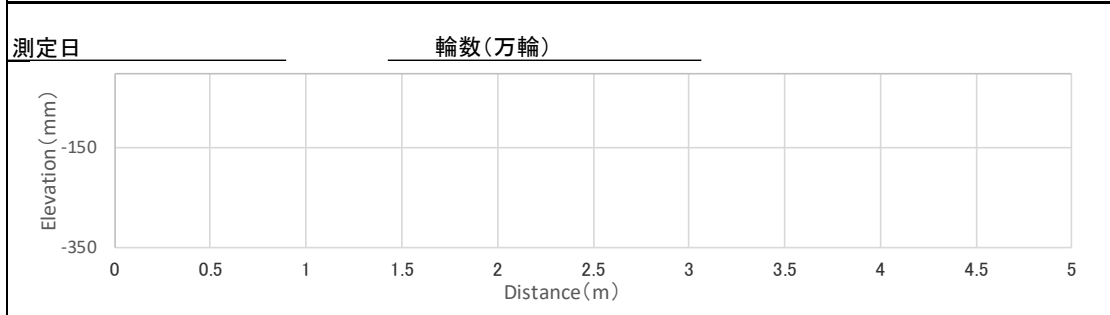
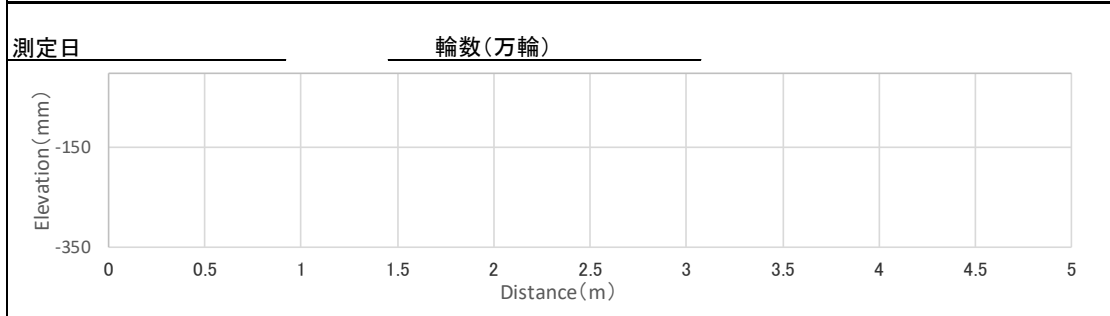
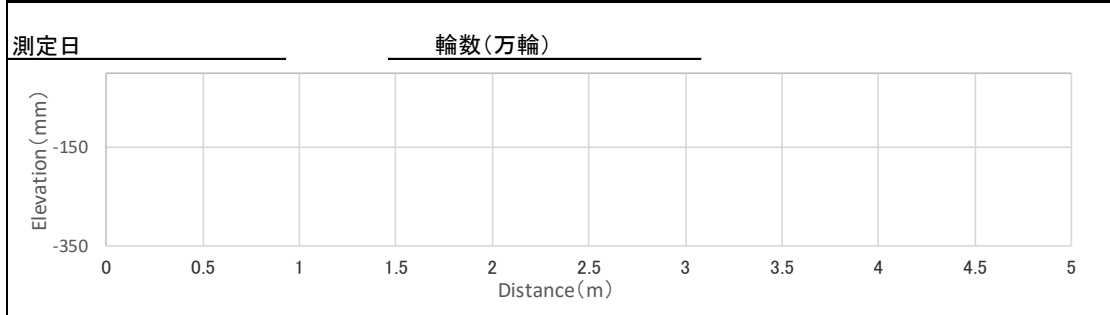
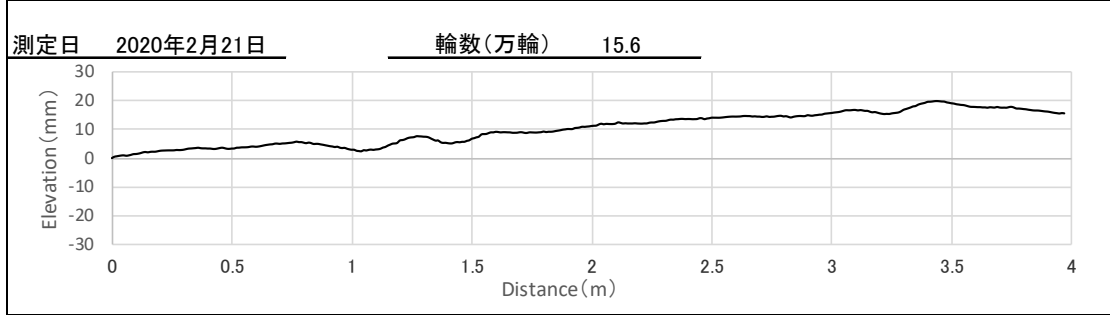
備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>鋼床版工区(側線②)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>3.94</u>
測定日 <u>2019年8月5日</u>	輪数(万輪) <u>4.94</u>
測定日 <u>2019年8月8日</u>	輪数(万輪) <u>5.94</u>
測定日 <u>2019年12月3日</u>	輪数(万輪) <u>8.94</u>
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>12.53</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線②) 試験年月日 令和2年2月21日
 混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型 試験者 藤井 洋志



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線③)

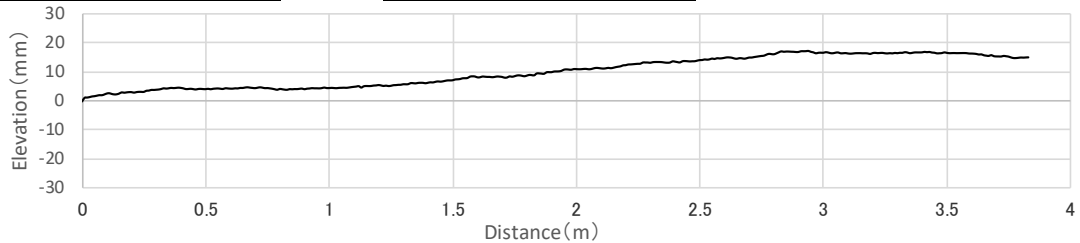
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

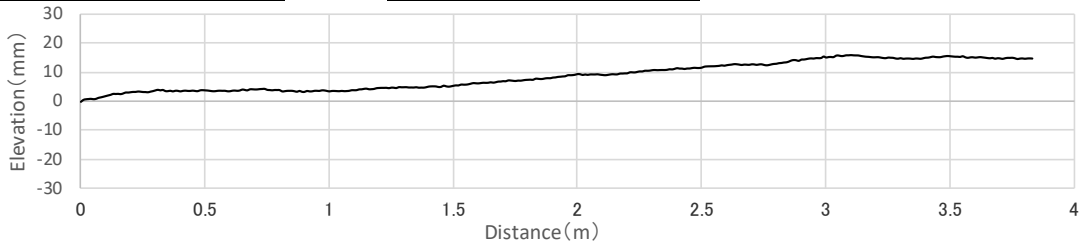
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



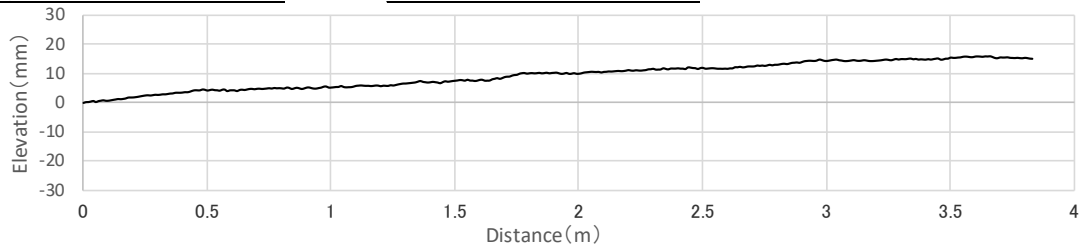
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



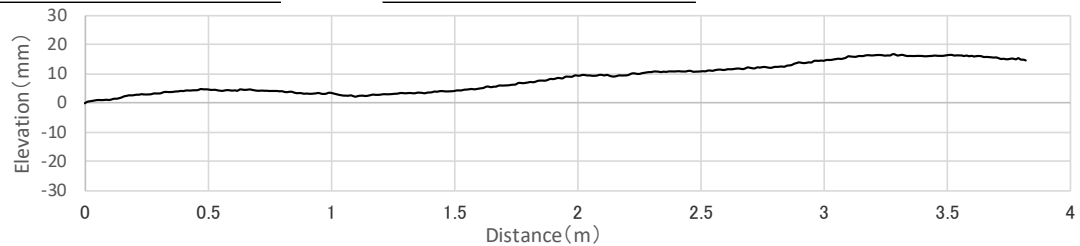
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



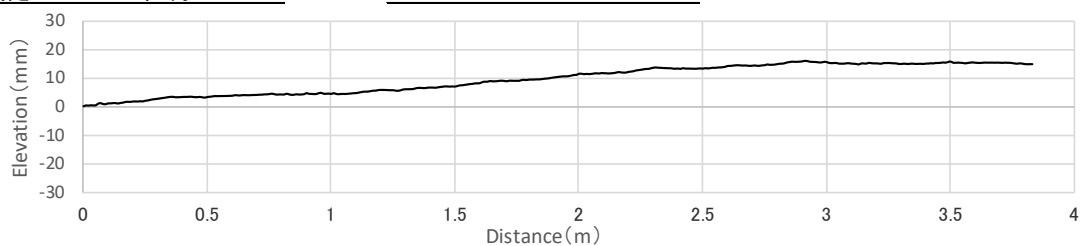
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



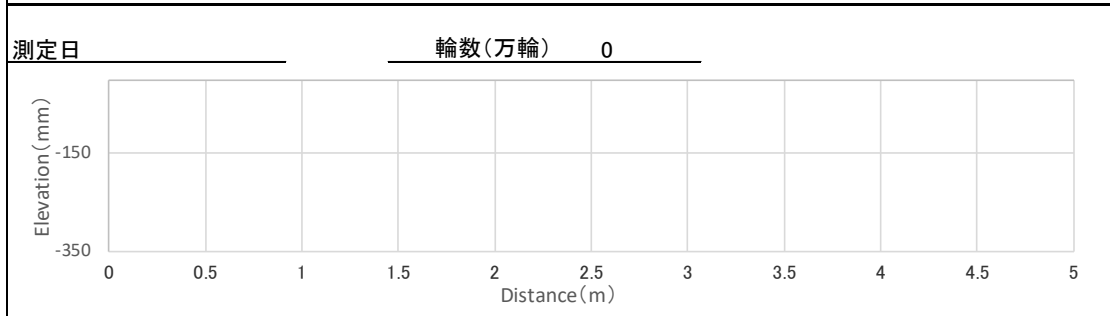
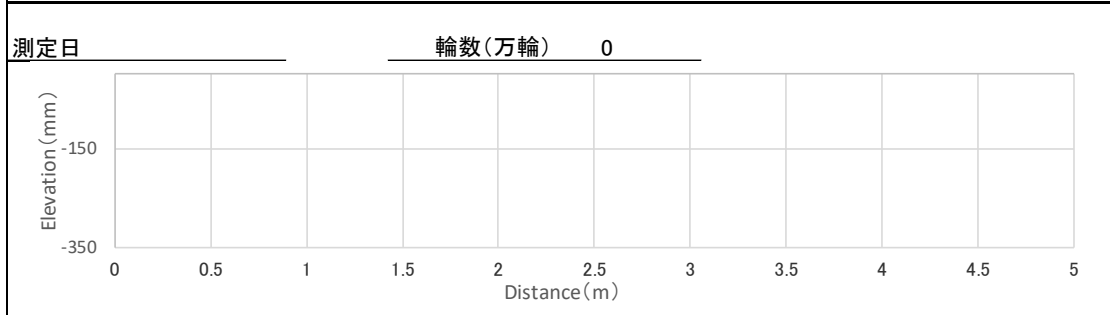
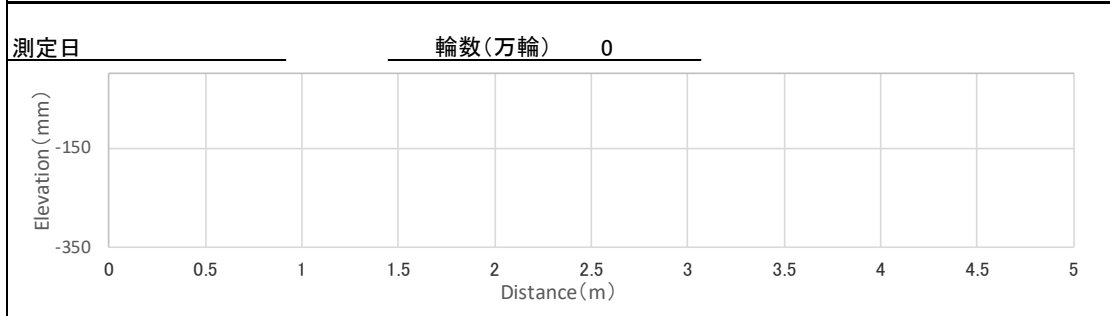
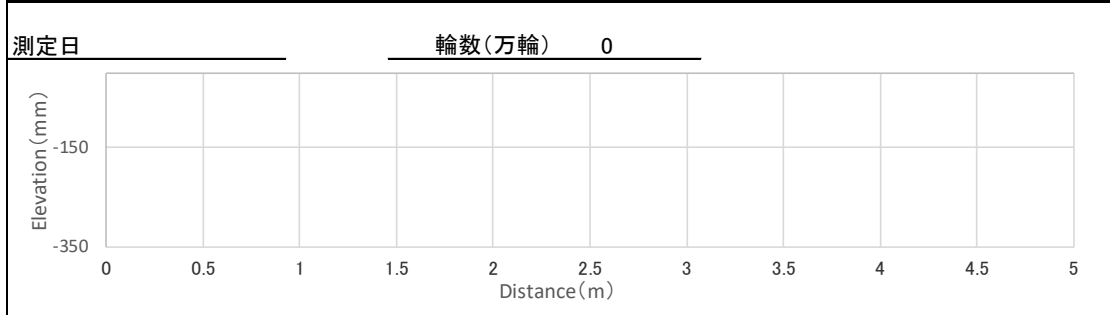
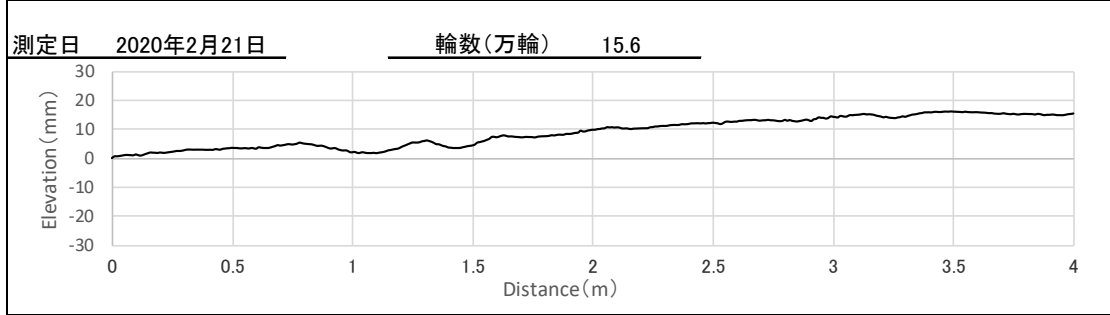
備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>鋼床版工区(側線③)</u>	試験年月日 <u>令和2年1月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u> 試験者 <u>藤井 洋志</u>	
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>3.94</u>
測定日 <u>2019年8月5日</u>	輪数(万輪) <u>4.94</u>
測定日 <u>2019年8月8日</u>	輪数(万輪) <u>5.94</u>
測定日 <u>2019年12月3日</u>	輪数(万輪) <u>8.94</u>
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>12.53</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線③) 試験年月日 令和2年2月21日
 混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型 試験者 藤井 洋志



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線④)

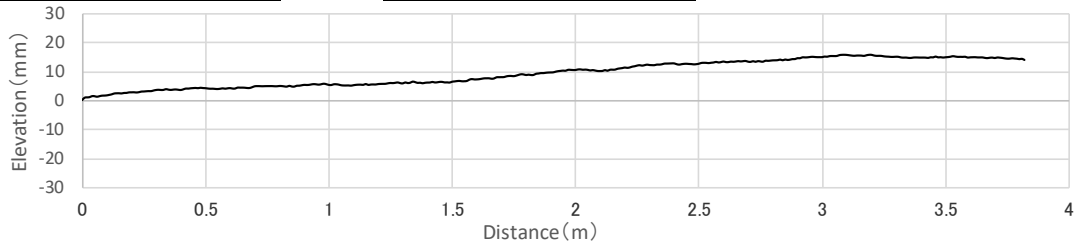
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

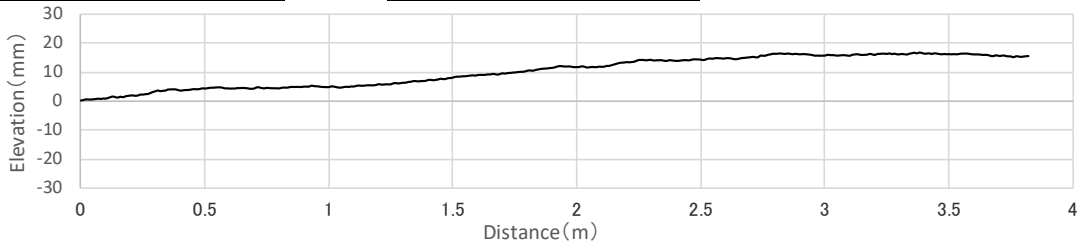
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



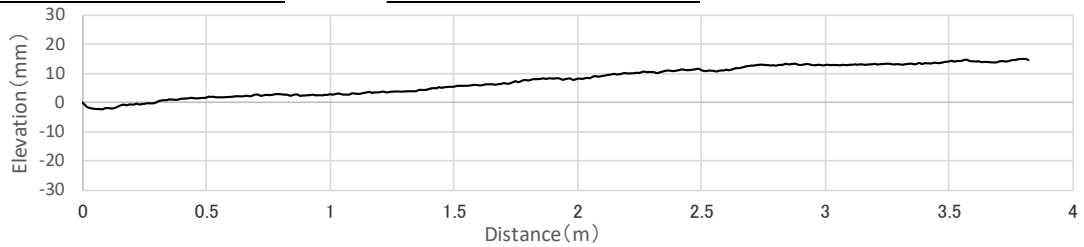
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



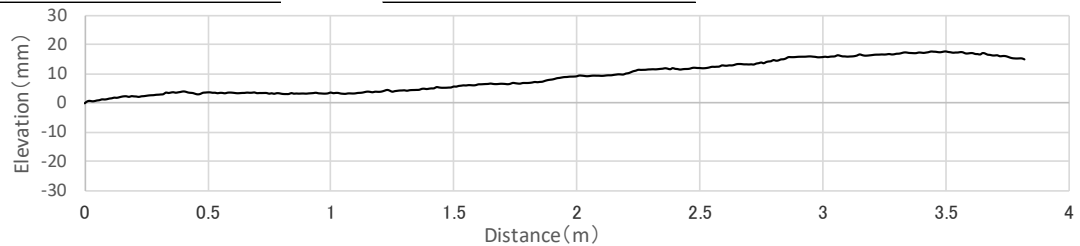
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



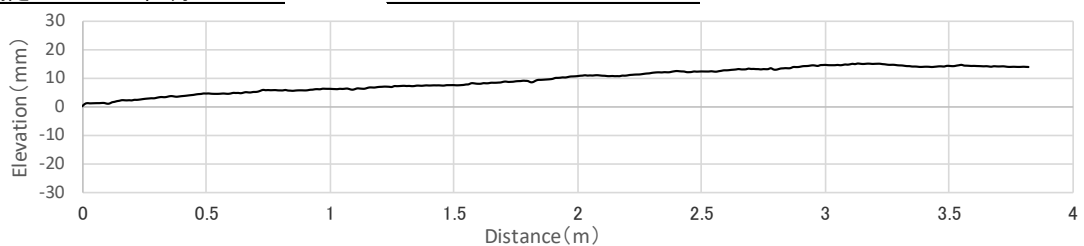
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



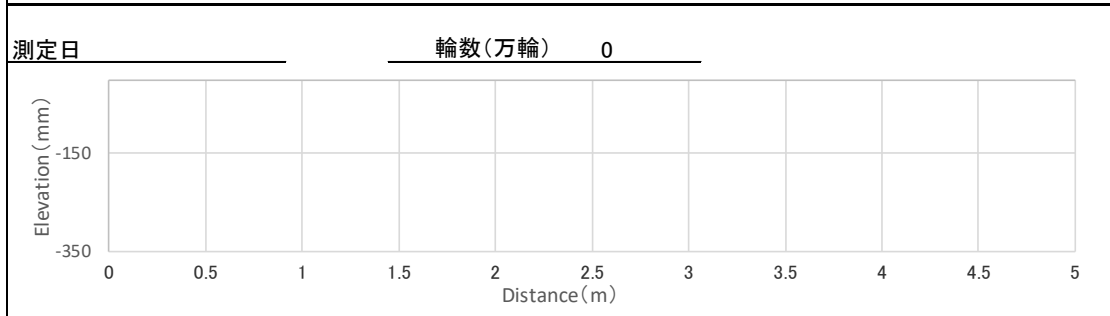
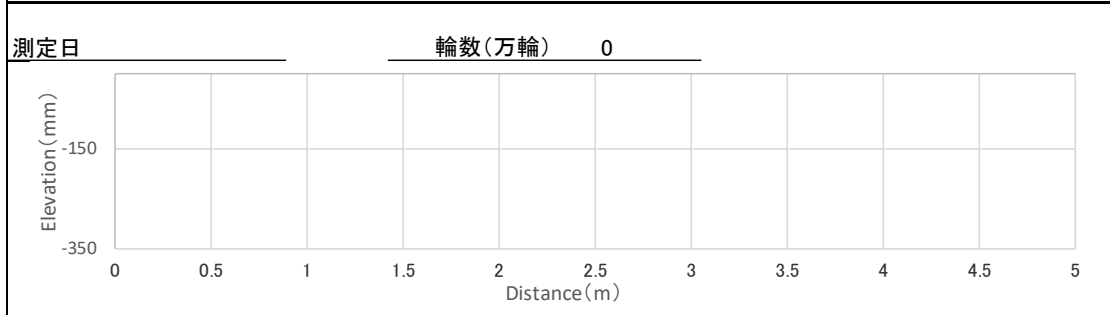
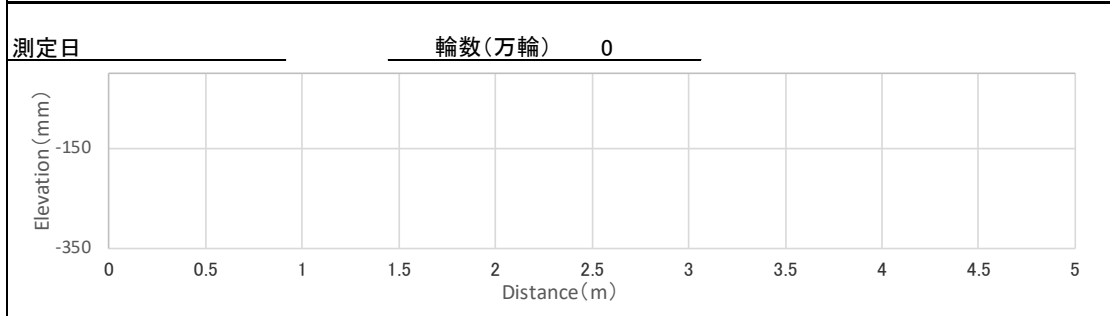
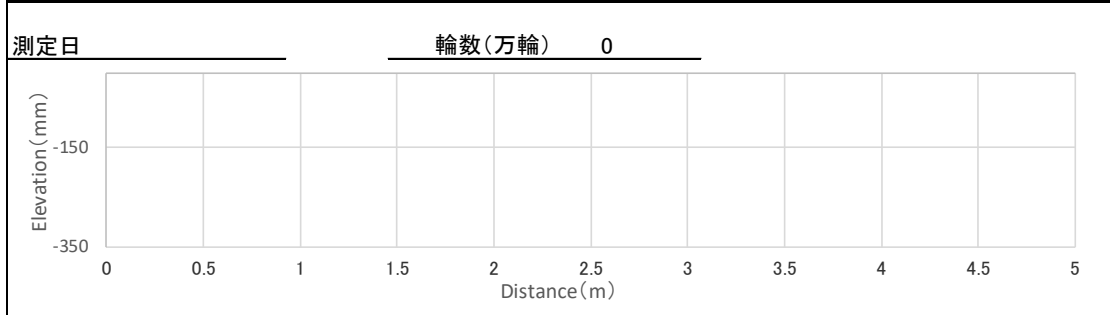
備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>鋼床版工区(側線④)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u> 試験者 <u>藤井 洋志</u>	
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>3.94</u>
測定日 <u>2019年8月5日</u>	輪数(万輪) <u>4.94</u>
測定日 <u>2019年8月8日</u>	輪数(万輪) <u>5.94</u>
測定日 <u>2019年12月3日</u>	輪数(万輪) <u>8.94</u>
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>12.53</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線④) 試験年月日 令和2年2月21日
 混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型 試験者 藤井 洋志



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線⑤)

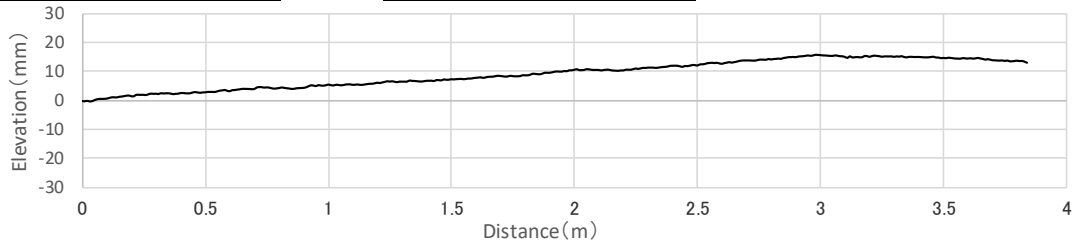
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質Ⅱ型

試験者 藤井 洋志

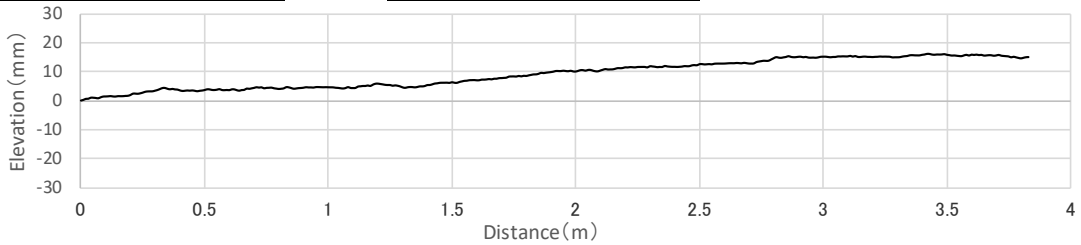
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



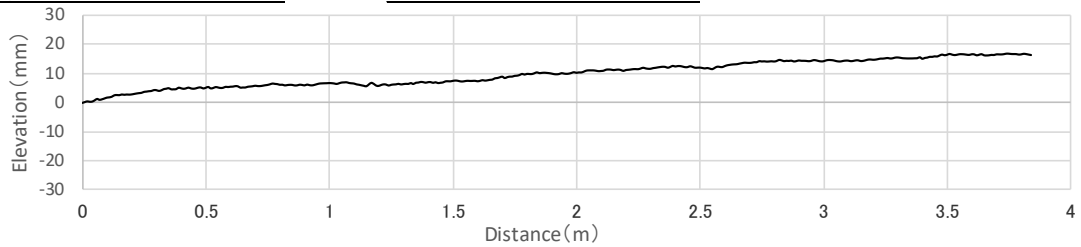
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



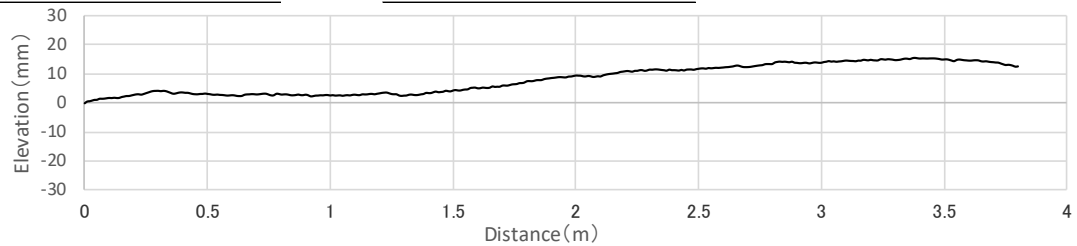
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



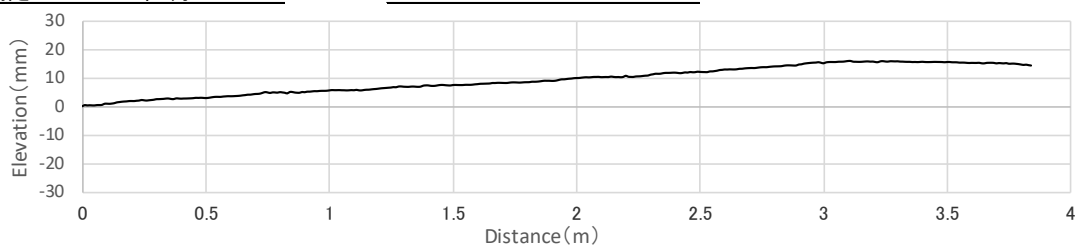
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



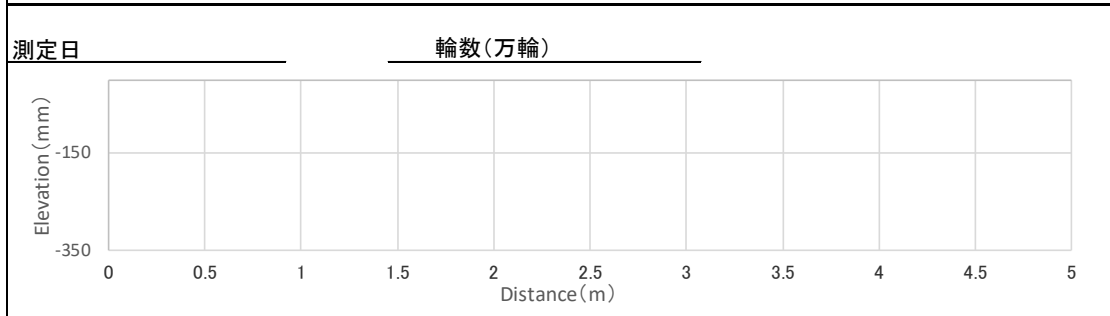
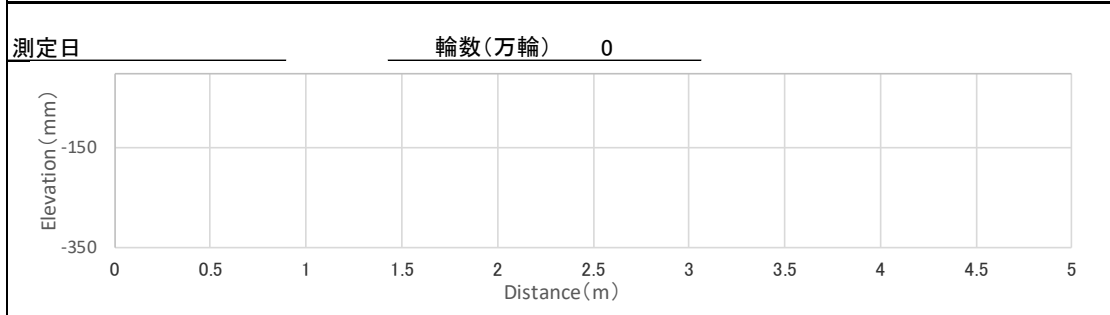
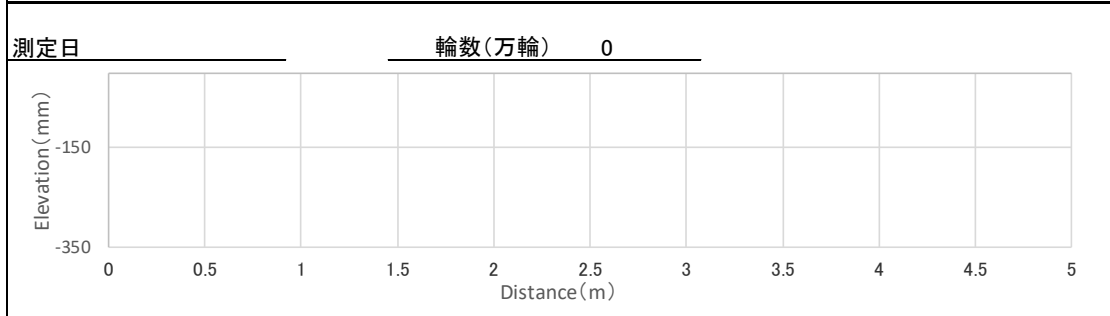
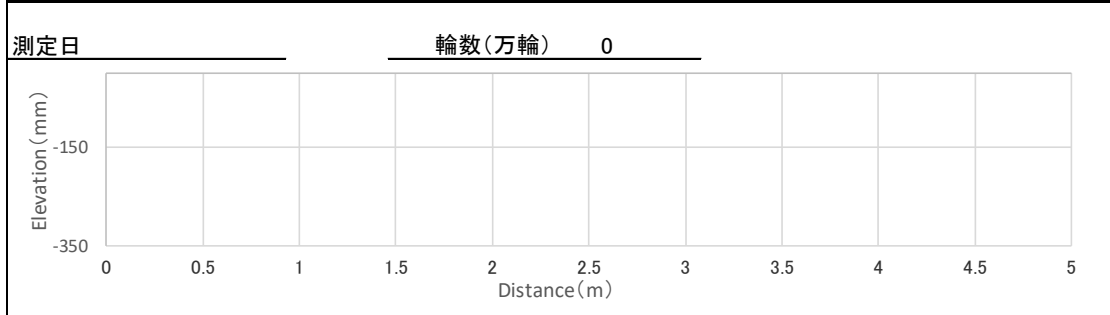
備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>鋼床版工区(側線⑤)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u> 試験者 <u>藤井 洋志</u>	
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>3.94</u>
測定日 <u>2019年8月5日</u>	輪数(万輪) <u>4.94</u>
測定日 <u>2019年8月8日</u>	輪数(万輪) <u>5.94</u>
測定日 <u>2019年12月3日</u>	輪数(万輪) <u>8.94</u>
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>12.53</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線⑤) 試験年月日 令和2年2月21日
 混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型 試験者 藤井 洋志



備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線⑥)

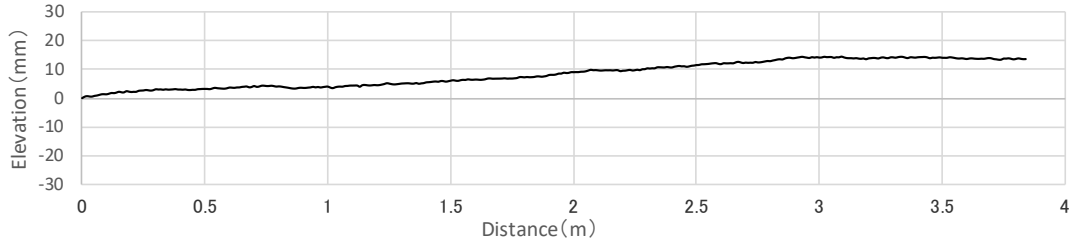
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

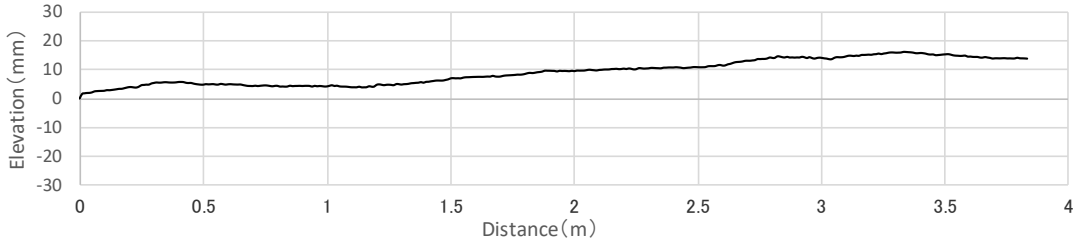
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



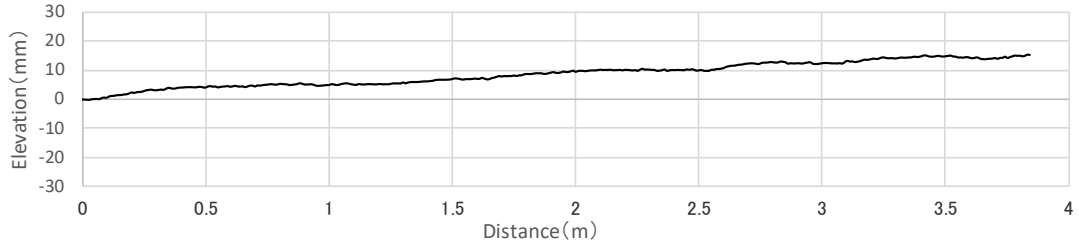
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



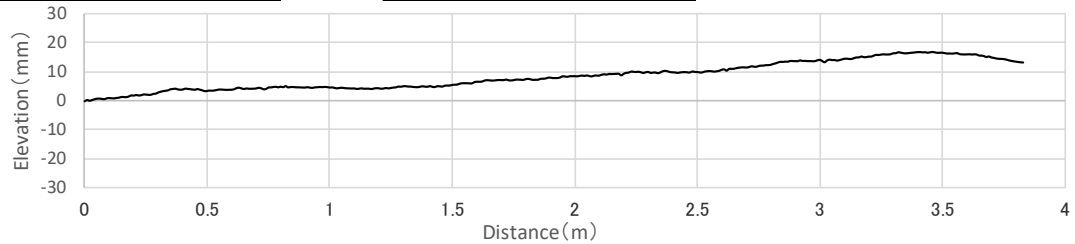
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



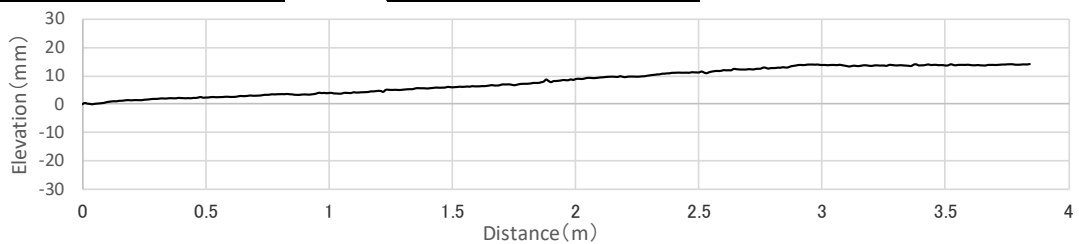
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



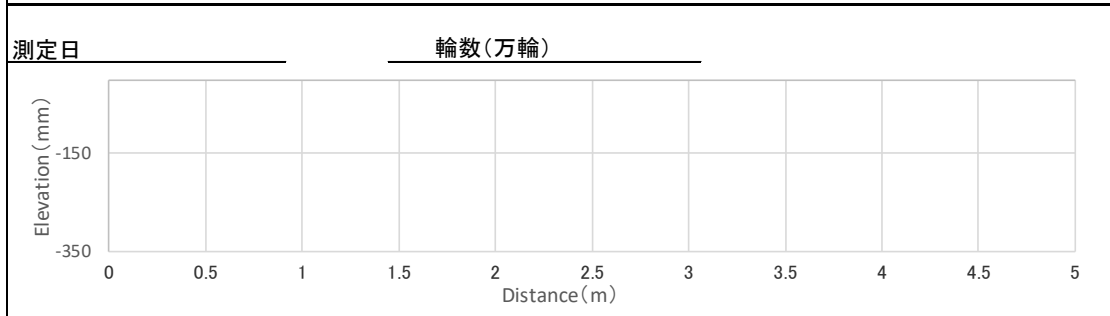
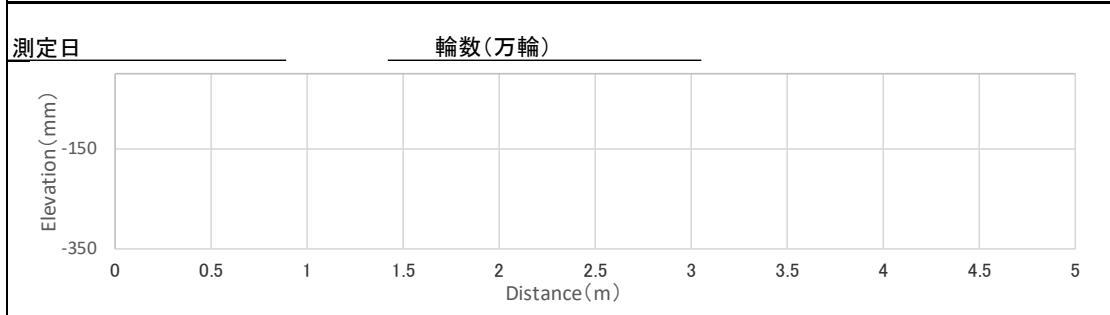
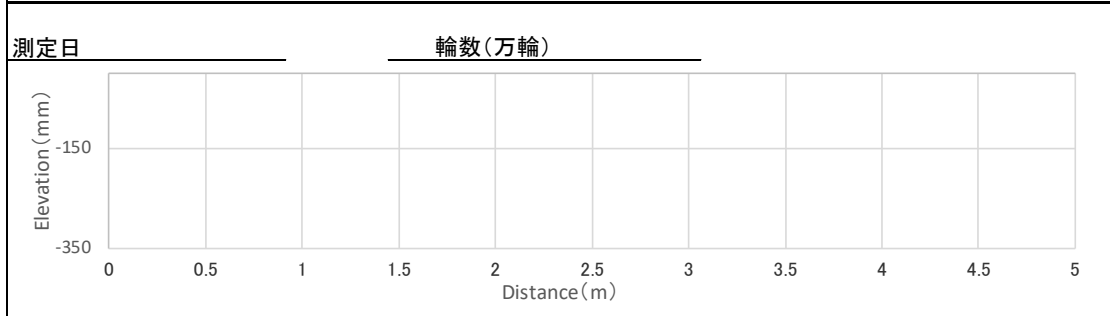
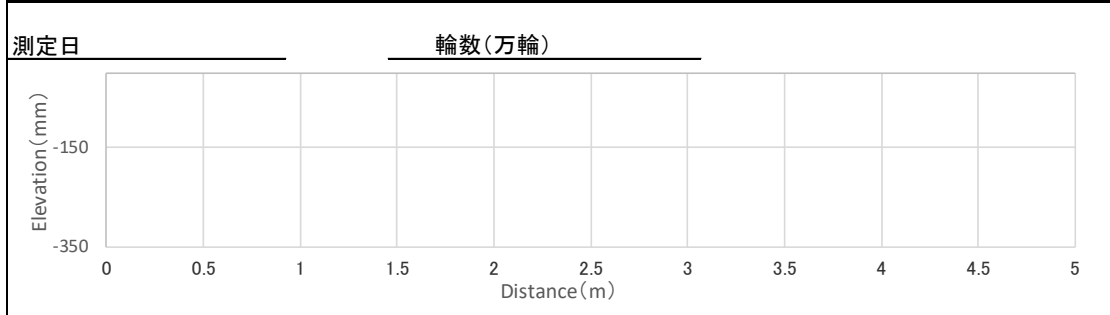
備考

舗装路面の横断形状測定	
調査名 <u>鋼床版工区(側線⑥)</u>	試験年月日 <u>令和1年7月30日</u>
混合物の種類 <u>基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型</u>	試験者 <u>藤井 洋志</u>
測定日 <u>2019年7月30日</u>	輪数(万輪) <u>3.94</u>
測定日 <u>2019年8月5日</u>	輪数(万輪) <u>4.94</u>
測定日 <u>2019年8月8日</u>	輪数(万輪) <u>5.94</u>
測定日 <u>2019年12月3日</u>	輪数(万輪) <u>8.94</u>
測定日 <u>2020年1月30日</u>	輪数(万輪) <u>12.53</u>

備考

舗装路面の横断形状測定

調査名 鋼床版工区(側線⑥) 試験年月日 令和2年2月21日
 混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型 試験者 藤井 洋志



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 鋼床版工区(OWP)

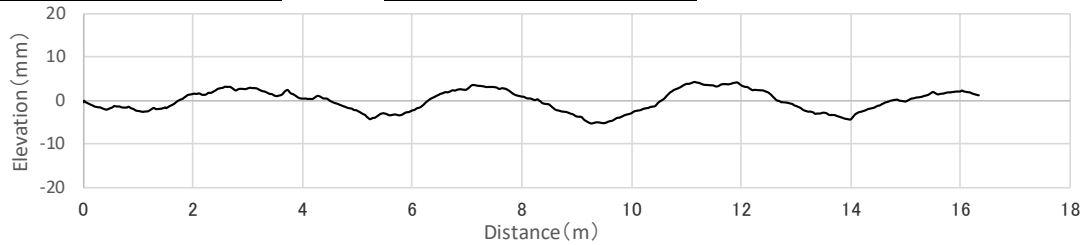
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

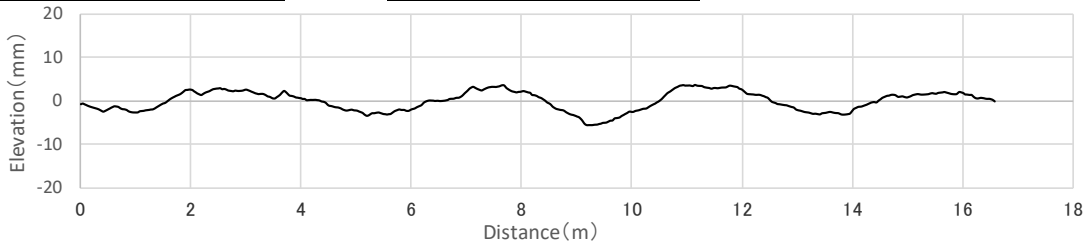
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



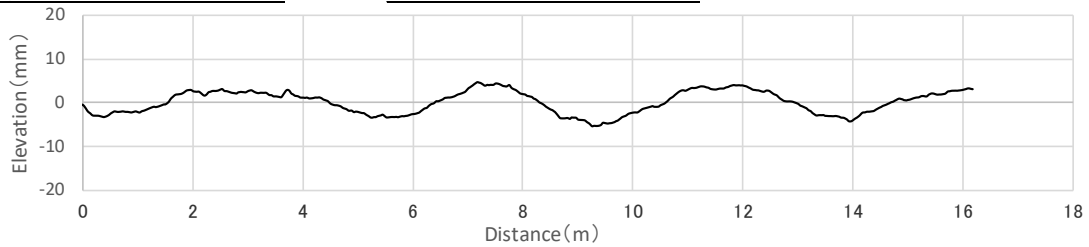
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



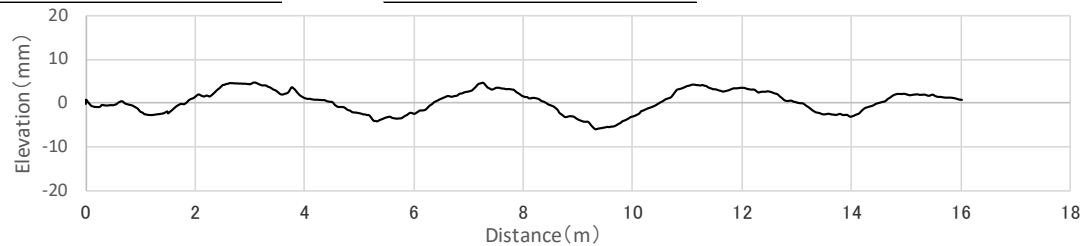
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



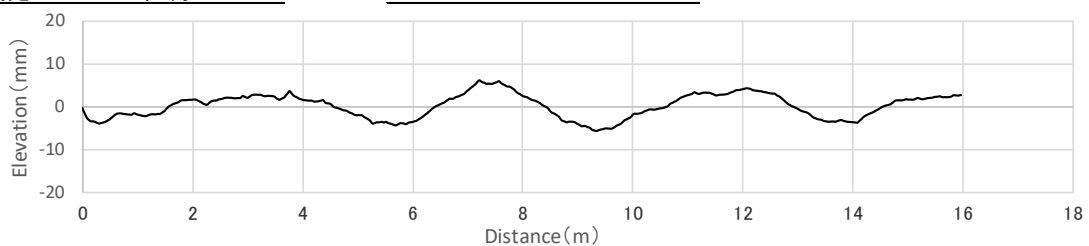
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 鋼床版工区(OWP)

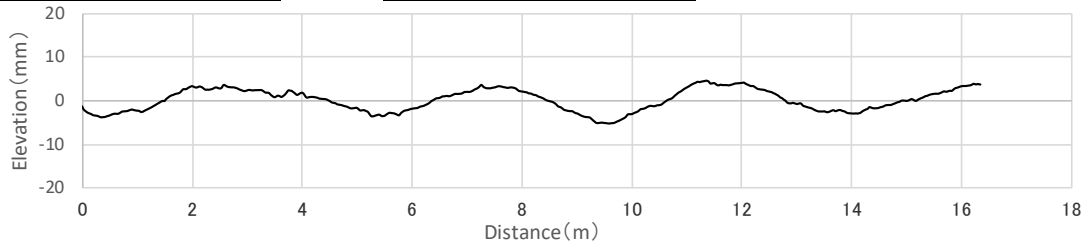
試験年月日 令和1年7月30日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

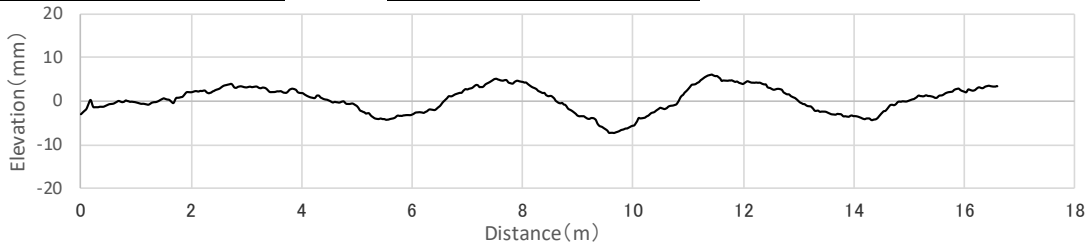
測定日 2019年7月30日

輪数(万輪) 3.94



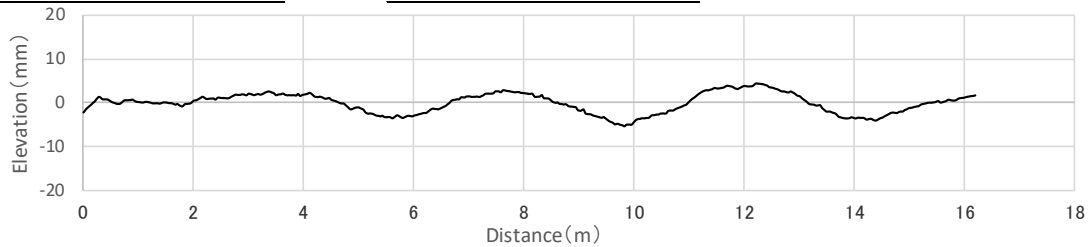
測定日 2019年8月5日

輪数(万輪) 4.94



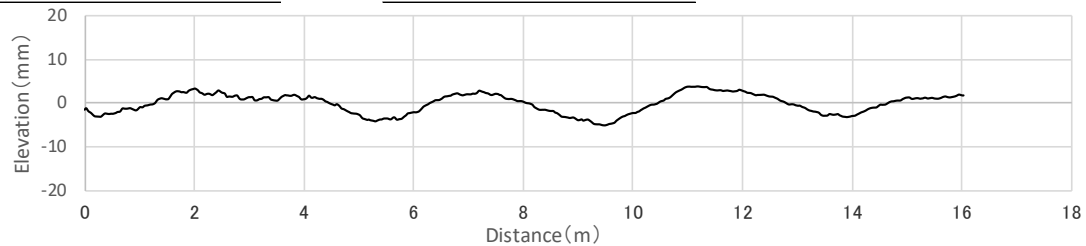
測定日 2019年12月3日

輪数(万輪) 8.94



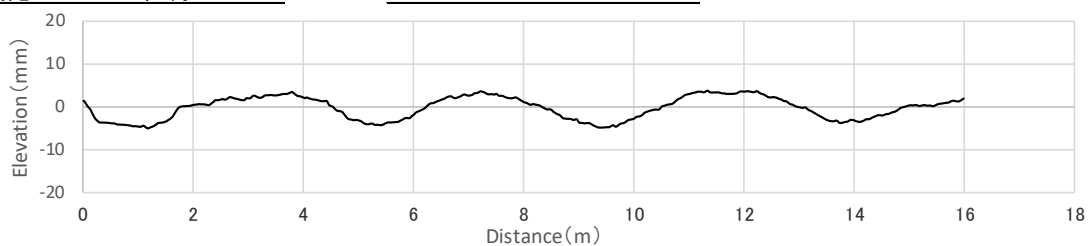
測定日 2020年1月30日

輪数(万輪) 12.53



測定日 2020年2月21日

輪数(万輪) 15.6



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 鋼床版工区(OWP)

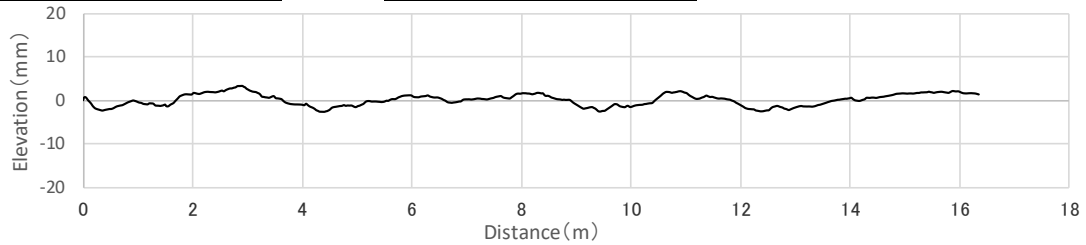
試験年月日 平成30年9月14日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

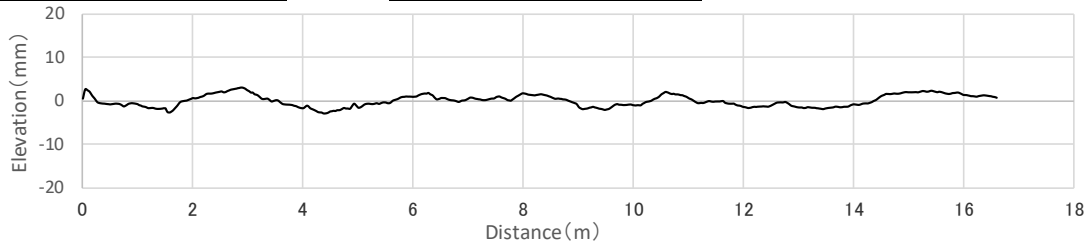
測定日 2018年9月14日

輪数(万輪) 0



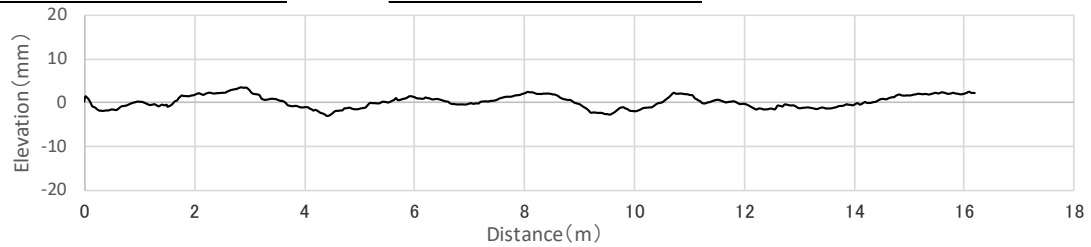
測定日 2018年10月15日

輪数(万輪) 1



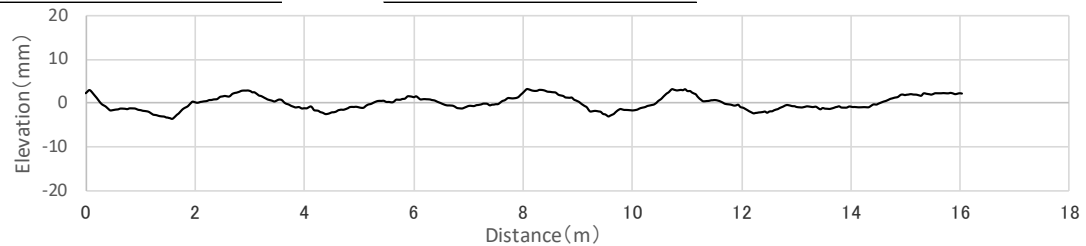
測定日 2018年10月24日

輪数(万輪) 2



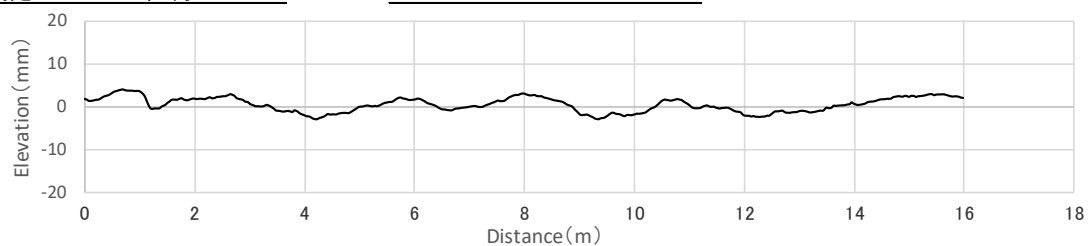
測定日 2018年11月1日

輪数(万輪) 3



測定日 夏季走行試験前
2019年7月23日

輪数(万輪) 3



備考

舗装路面の縦断形状測定

調査名 鋼床版工区(OWP)

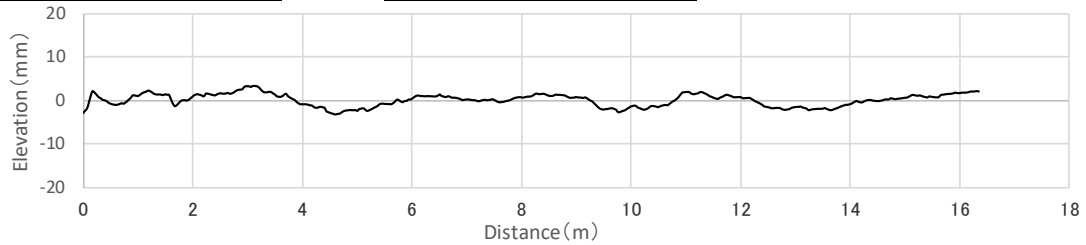
試験年月日 令和1年7月30日

混合物の種類 基層:(開発混合物)表層:密粒度13改質II型

試験者 藤井 洋志

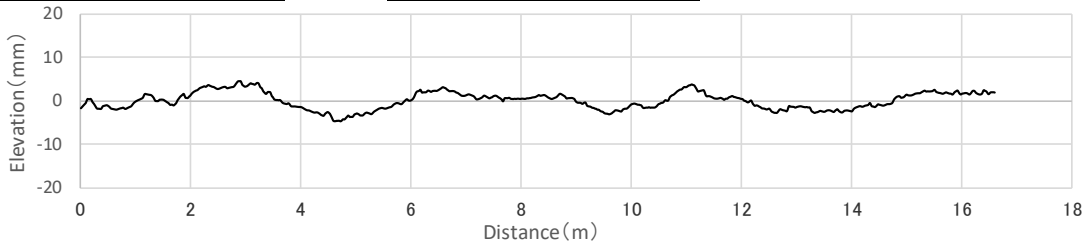
測定日 2019年7月30日

輪数(万輪) 3.94



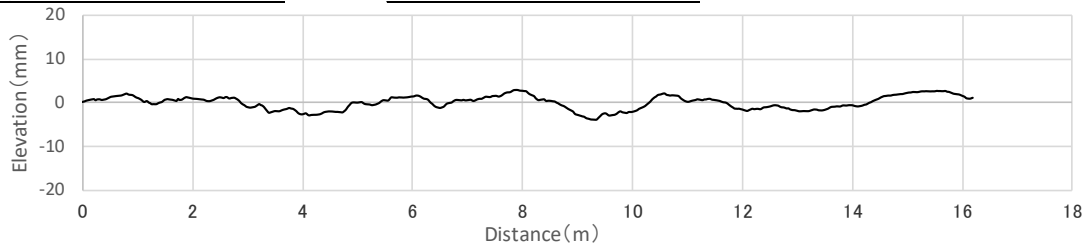
測定日 2019年8月5日

輪数(万輪)



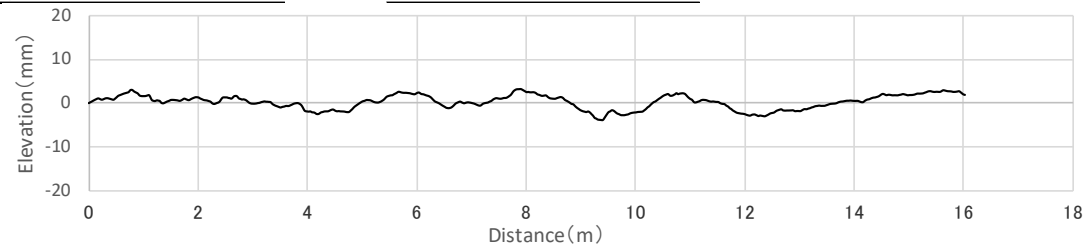
測定日 2019年12月3日

輪数(万輪)



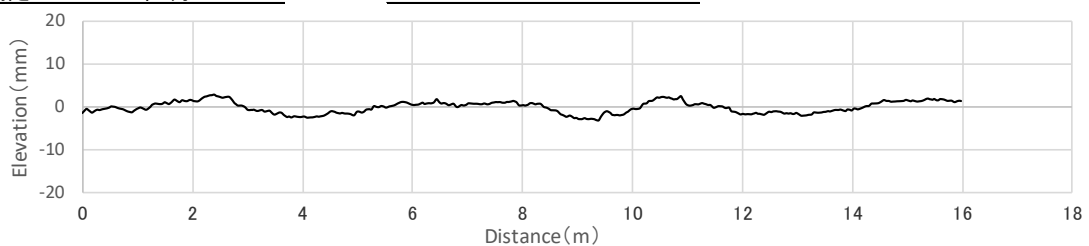
測定日 2020年1月30日

輪数(万輪)



測定日 2020年2月21日

輪数(万輪)



備考

付録-6

投稿論文

- ・平成 29 年 第 32 回 日本道路会議
- ・平成 30 年 第 14 回 北陸道路舗装会議
- ・令和元年 第 33 回 日本道路会議
- ・令和 2 年度 土木学会 第 75 回年次学術講演会
(投稿予定)

未利用アスファルト材料を用いたグースアスファルト混合物の開発

日本道路(株) 技術研究所 ○立花 徳啓 徳光 克也 梶谷 明宏
 国立研究開発法人土木研究所 寺田 剛 川上 篤史 藪 雅行

1. はじめに

グースアスファルト混合物 (以下、グース混合物)は、無空隙であることから防水性に優れ、たわみ追従性も有していることから一般的に鋼床版の基層に用いられ、本州四国連絡橋をはじめ多数の施工実績を有している。また、グース混合物は、一般に使用バインダとして、石油アスファルト 20~40 にトリニダッドレイクアスファルト (以下、TLA)を添加した硬質アスファルトを用いており、流し込みによる施工が可能な流動性に富み転圧不要な混合物である。しかしながら、現状のグース混合物には以下のような課題が挙げられる。

- (1) グース混合物に用いられる TLA は、トリニダッド島からの輸入品である天然アスファルトで、入手が困難な場合があり、将来的には品質も含め安定供給の面で問題が生じる可能性がある。
- (2) グース混合物は、製造時に TLA を添加するため、TLA 特有の臭気により、製造から運搬、施工時において、周辺環境に影響を及ぼすおそれがある。
- (3) グース混合物の動的安定度は比較的小さく、大型車交通量の多い橋梁部、交差点の前後における渋滞等で車両が静止・徐行を繰り返す場合など過酷な条件に晒されるとわだち掘れの問題が散見されている。

こうした課題に加え、橋梁部は代替路線の確保が困難であることから、補修サイクルを延命化する必要に迫られている。

本研究ではこれらの課題に対応するため、平成 28 年度から(国研)土木研究所と共同研究を実施し、TLA を用いない新たなグースアスファルト混合物の開発・検討を行ったので、その結果について報告する。

表-1 開発アスファルトの性状

項目		試験値
針入度	1/10 mm	33
軟化点	°C	109.0
180°C粘度	mPa・s	300

2. 検討したアスファルト材料

本検討のために、特殊な改質剤を添加したアスファルトバインダを開発 (以下、開発アスファルト)した。TLA を使用しないため、供給面や臭気の問題を解決できる材料である。開発アスファルトの性状を表-1 に示す。

表-2 グース混合物の骨材配合率および合成粒度

材 料	配合比 (%)	
6号砕石	25.0	23.4
7号砕石	21.5	20.1
砕 砂	14.5	13.6
細 砂	10.0	9.4
石 粉	29.0	27.1
開発アスファルト量	—	7.4
合計	100	100
フルイ (mm)	合成粒度	粒度範囲
19	100.0	100
13.2	98.9	95~100
4.75	76.8	65~85
2.36	53.6	45~62
0.6	44.3	35~50
0.3	35.7	28~42
0.15	28.0	25~34
0.075	23.0	20~27

3. 配合および評価項目

開発アスファルトを用いてグース混合物の性状を確認するために、表-2 に示す配合および粒度で室内においてグース混合物を製造した。評価項目は表-3 に示すとおりであり、混合物の施工性、耐流動性、たわみ追従性および貫入抵抗性を評価した。目標値はリュエル流動性、貫入量については舗装施工便覧を参考とした。動的安定度は一般的なグース混合物よりも高い 600 回/mm 以上とした。曲げ破断ひずみは首都高速道路(株)の目標値を参考とした。

表-3 各評価項目

評価項目	試験項目	目標値
施工時の流動性	リュエル流動性試験	リュエル流動性3~20秒 (15秒)
耐流動性	ホイールトラッキング試験	動的安定度600回/mm以上
たわみ追従性	曲げ試験	曲げ破断ひずみ 6×10^{-3} 以上
貫入試験	貫入量	貫入量 1~6mm

4. 室内評価結果

4-1 リュエル流動性

開発アスファルトを使用したグース混合物のクッキング後の練り落とし温度とリュエル流動性の関係を図-1に示す。クッキング時間は1時間とした。練り落とし温度200℃の時、リュエル流動性が16.8秒であり、目標値15秒程度が得られることがわかった。

したがって、クッキング目標温度は200℃とした。

4-2 クッキング時間と動的安定度

クッキング時間を1,3時間にした場合の動的安定度とリュエル流動性の関係を図-2に示す。

クッキング時間60分のリュエル流動性は14.7秒、動的安定度は1,286回/mmであった。180分後のリュエル流動性は18.9秒と若干大きくなっているが、動的安定度に変化はみられない。

開発アスファルトを用いたグース混合物が渋滞区間の橋梁舗装に適用可能であるかを評価するため、低速ホイールトラッキング試験を実施し、低速時の動的安定度を測定した(目標DS300回/mm以上)。開発グース混合物の測定値は、759回/mmで目標値を十分に満足する結果であった。

以上から、開発アスファルトを用いたグース混合物は、きわめて良好な耐流動性を有することを確認できた。

4-3 曲げ破断ひずみ

クッキング温度200℃で1時間クッキングした場合の室内試験結果一覧を表-4に示す。曲げ破断ひずみは 7.73×10^{-3} であり、目標値を満足し、良好なたわみ追従性を有していることがわかった。

4-4 貫入試験

貫入量は1.34mmであり目標値を満足し、静的貫入抵抗値も良好であることが確認できた。

5. まとめ

以上の結果より、開発アスファルトを使用したグース混合物は、良好な施工性、たわみ追従性および貫入抵抗性を有し、耐流動性についてはきわめて優れていることを室内試験により確認できた。クッキング温度は200℃で製造可能であることがわかった。これは一般的なグース混合物のクッキング温度240℃よりも低いため、CO₂排出量低減や作業員への負担軽減等が期待できる。TLAを使用せず改質アスファルトのみをバイндаとするため、グース混合物特有の臭気がなく沿道環境への影響が少ないため、環境面でも優れた利点を有すると考えられる。また、将来的な安定供給の不安も解消することができる。

今後、実機クッカ車での試験練りおよび試験施工を通じて現場施工への適応性を検討し、実用化につなげていく予定である。

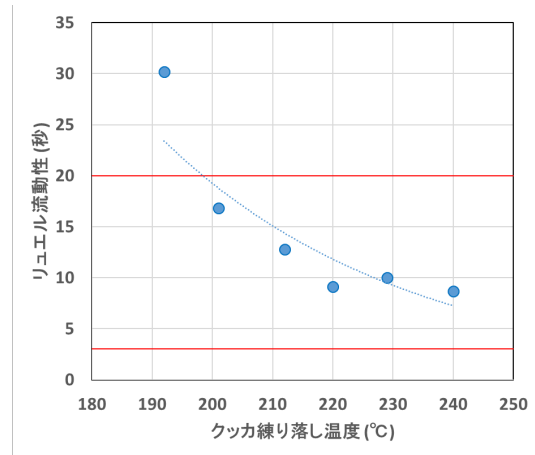


図-1 練り落とし温度とリュエル流動性との関係

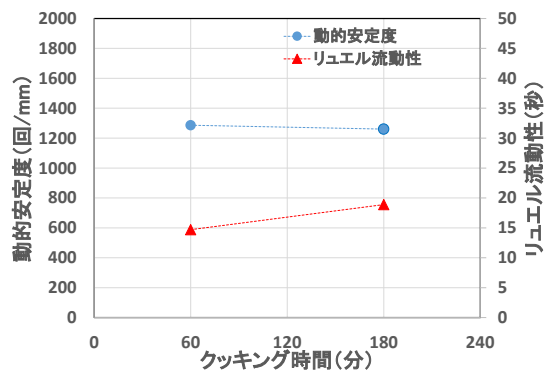


図-2 クッキング時間と動的安定度、リュエル流動性の関係

表-4 室内試験結果一覧

試験項目	試験値	目標値
リュエル流動性	14.7秒	3~20秒
動的安定度	1,286回/mm	600回/mm以上
動的安定度(低速)	759回/mm	300回/mm以上
曲げ破断ひずみ	7.73×10^{-3}	6×10^{-3} 以上
貫入量	1.34 mm	1~6 mm

改質バイндаを用いたグースアスファルト混合物の開発

日本道路(株) 技術研究所 ○桃田 大晃
 同 徳光 克也
 国立研究開発法人 土木研究所 寺田 剛

1. はじめに

橋梁床版上の基層へ適用する舗装は、不透水性、たわみ追従性および耐久性が求められ、鋼床版では一般にグースアスファルト混合物（以下、グース混合物）が用いられる。グース混合物は使用バイндаとして、石油アスファルト 20~40 にトリニダッドレイクアスファルト（以下、TLA）を添加した硬質アスファルトを用いており、流動性に富み、流し込みによる施工が可能で転圧不要な混合物である。しかし、天然アスファルトである TLA は、将来的に安定供給の面で問題が生じる可能性があり、また、TLA 特有の臭気や煙により、周辺環境に影響を及ぼすおそれがある。加えて、大型車交通量の多い橋梁部、交差点の前後における渋滞等で車両が静止・徐行を繰り返す場合など過酷な条件に晒されるとわだち掘れの問題などが散見されている。こうした課題に加えて、橋梁部は代替路線の確保が困難であることから、補修サイクルを長期化する必要に迫られている。

本研究では、これらの課題に対応するため、平成 28 年度から国立研究開発法人土木研究所と共同研究により、新たなグース用改質バイндаを開発し、TLA を用いないグース混合物の検討を行った。室内検討で、開発した改質バイндаを用いたグース混合物（以下、開発グース混合物）の配合および性能を評価した。この結果をもとにプラントでの製造、クッカ車による混合性、施工性を確認するとともに、混合物の性能および供用性の評価を行うために土木研究所構内にある走行実験場で試験施工を行った。本文は、それらの検討結果について報告する。

表-1 開発バイндаの性状

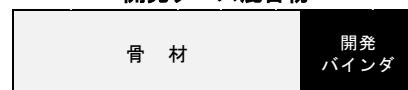
項目	開発品	標準的性状
針入度 (25℃)	1/10mm 34	20~40
針入度 (60℃)	1/10mm 178	100~200
軟化点	℃ 102	80.0以上
伸度 (15℃)	cm 81	30以上
薄膜加熱質量変化率	% -0.06	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	% 88.2	65以上
引火点	℃ 337	260以上
粘度 (180℃)	mPa・s 298	—

2. 開発した改質バイнда

本検討では、特殊な改質剤を添加したバイндаを開発（以下、開発バイнда）した。開発バイндаの性状を表-1、グース混合物の材料構成を図-1に示す。

開発バイндаは、アスファルトタンクに貯蔵または、アスファルトローリ一直結で供給できることから、通常のアスファルト混合物と同じ方法での製造が可能であり、特別な作業や設備を必要としない。施工においては、従来のグース混合物と同様の施工が可能であり、また、クッカ車排出温度を従来の 240℃から 30~60℃低減でき、製造・施工時の臭気・煙を大きく低減することができる。

開発グース混合物



従来グース混合物

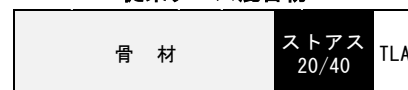


図-1 グース混合物の材料構成

3. 室内検討

3.1 配合

開発グース混合物の性能を確認するために、表-2、表-3 に示す配合および粒度で室内において 2 種類の開発グース混合物を作製した。配合②は、配合①に特殊添加剤を加えたもので、施工時での流動性の向上を目的とした。

表-2 開発グース混合物の配合割合

混合物名称	配合比 (%)						計
	As量	粗骨材		細骨材	石粉	特殊添加剤	
		6号	7号	細砂			
配合①	7.4	25.0	24.5	16.2	26.9	無し	100
配合②	7.4	25.0	24.5	16.2	26.9	0.37 (As量の5%)	100.37

表-3 合成粒度

ふるい目 (mm)	合成粒度	粒度範囲
19.0	100	100
13.2	98.8	95~100
4.75	72.4	65~85
2.36	51.5	45~62
0.6	42.4	35~50
0.3	35.1	28~42
0.15	28.9	25~34
0.075	22.6	20~27

3.2 室内評価項目

室内検討における評価項目、評価方法、目標値を表-4に示す。目標値は、リュエル流動性・貫入量については、舗装施工便覧を参考とした。

動的安定度は従来のグース混合物の基準値(300回/mm)の2倍以上とし、動的安定度と同様、曲げ破断ひずみは、本州四国連絡高速道路(株)の目標値を参考とした。

表-4 室内評価項目

評価項目	評価方法	評価値	目標値
施工時の流動性	リュエル流動性試験	リュエル流動性	3~20秒(15秒)
耐流動性	WT試験	動的安定度	600回/mm以上
高温時の安定性	貫入試験	貫入量	1~6mm
たわみ追従性	曲げ試験	曲げ破断ひずみ	8×10^{-3} 以上

3.3 室内評価結果

評価結果の一覧を表-5に示す。

施工時の流動性を評価するためリュエル流動性試験を行い、配合①は200℃で16.9秒、配合②は185℃で16.6秒(200℃換算値で8.9秒)で、ともに目標値を満足している。配合②では特殊添加剤を加えたことで、排出温度が低くても十分な流動性を確保できることが確認できた。また、動的安定度も目標値を大きく上回る結果であった。

表-5 室内評価結果一覧

試験項目	試験値	試験値		目標値
		配合①	配合②	
リュエル流動性 (200℃換算値) 秒		16.9	8.9	3~20
動的安定度 回/mm		829	1,541	600以上
貫入量 mm		1.44	0.77	1~6
曲げ破断ひずみ $\times 10^{-3}$		10.44	9.22	8以上

4. 試験施工

4.1 試験施工概要

グース混合物は一般的に鋼床版上に適用されるが、今回の試験施工はコンクリート版上で施工を行った。土木研究所構内にある走行実験場にて、施工面積75㎡の切削オーバーレイ(t=10cm)で、切削後に既設のコンクリート版の下地処理、接着剤を塗布した後、基層として開発グース混合物を、表層に密粒度As混合物(改質II型)を施工した。舗装断面図を図-2に示す。また、開発グース混合物の施工状況を写真-1、仕上がり面を写真-2に示す。

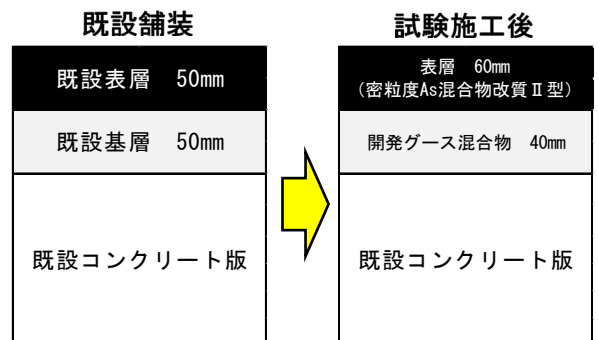


図-2 舗装断面図



写真-1 施工状況

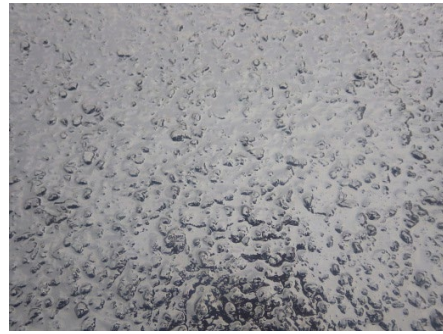


写真-2 仕上がり面

4.2 混合物製造条件

製造条件を表-6に示す。室内試験の結果より、配合①ではクッカ車目標排出温度を210℃に設定したが、配合②では温度を下げて流動性を確保できることから、配合①よりも更に低い185℃を目標とした。また、目標クッキング時間は1時間とした。

4.3 評価項目

表-6 製造条件

混合物名称	アスファルトプラント 出荷温度	目標 クッキング時間	クッカ車 目標排出温度	製造量	備考
配合①	170℃～180℃	1時間	210℃	5t	特殊添加剤無し
配合②			185℃		特殊添加剤有り

評価は、室内評価項目（表-4）に加えて、表-7に示す項目についても実施した。

評価項目	評価方法	目標値
臭気性	臭気試験器	—
付着強度	直接引張試験	1.0MPa以上
透気・防水性	透気試験	—
	加圧透水試験	—

4.4 試験施工結果

リュエル流動性試験の結果を表-8に示す。リュエル流動性は、配合①、②ともに目標値を十分に満足する値となった。配合②では室内同様、クッカ車排出温度を185℃としたが、十分な流動性を確保することができた。

表-8 リュエル流動性試験結果

混合物名称	リュエル流動性		
	混合物温度 (℃)	実測値 (秒)	200℃換算値 (秒)
配合①	211	4.7	7.5
配合②	185	16.0	8.5

表-9に、その他の試験結果を示す。

動的安定度は配合①で1,820回/mm、配合②で1,660回/mmと目標値を大きく上回る値となり、きわめて良好な耐流動性を有することが確認できた。曲げ破断ひずみは、配合①、②ともに目標値を満足し、良好なたわみ追従性を有していることがわかった。

表-9 試験施工結果一覧

試験項目	試験値		目標値	
	配合①	配合②		
動的安定度	回/mm	1,820	1,660	600以上
貫入量	mm	0.79	0.61	1~6
曲げ破断ひずみ	$\times 10^{-3}$	16.2	14.7	8.0以上
直接引張試験	MPa	2.06	1.71	1.0以上
透気試験（現場）	$\times 10^{-16} \text{ m}^2$	0	0	—
加圧透水試験（室内）	cm/s	0	0	—

直接引張試験では配合①、②ともに目標値を満足し、コンクリート版と十分に付着していることが確認できた。透気・透水試験を現場と室内（切り取りコア）で実施したところ、現場・室内ともに良好な結果が得られ、防水性能は十分機能していることを確認した。

臭気測定結果を表-10 に示す。開発グース混合物では現場（3箇所）と室内で評価を行い、比較対象として、従来のTLAを用いたグース混合物で室内において比較した。

臭気レベルが、従来のグース混合物では456だったのに対して、開発グース混合物では現場・室内ともに110~170程度と従来の40%以下であり、臭気を大幅に低減できることがわかった。

表-10 臭気測定結果

測定条件		臭気レベル	混合物種類
現場	クッカ車 積込前	118	開発グース混合物
	クッカ車 積込後	121	
	AF 施工時	143	
室内	クッキング後	165	従来のグース混合物
	クッキング後	456	

5. 追跡調査

追跡調査として、荷重走行車通過後の路面形状変化をMRPで測定した。測定は施工直後、荷重走行車が49kN換算輪数で10,000、40,000輪走行後に実施し、結果を図-3、表-11に示す。

40,000輪走行後まで、大きな変化は見られず、良好な状態を保持している。また、目視観察の結果、懸念されたブリスタリングによる変形やひび割れもみられない。今後も引き続き追跡調査を実施する予定である。

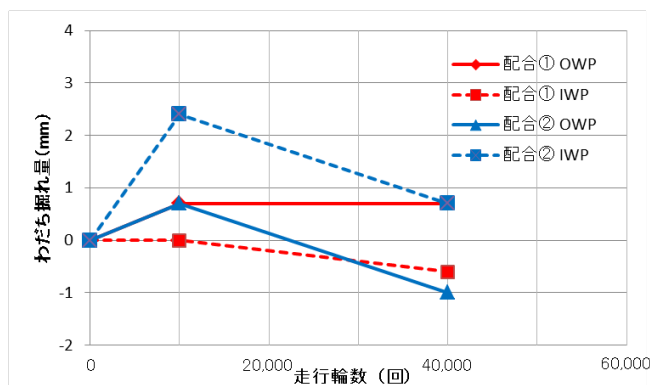


図-3 横断形状変化

表-11 MRP横断形状測定結果

	混合物名称	測定箇所	走行輪数 (回)		
			0	10,000	40,000
わだち掘れ量 (mm)	配合①	OWP	0.0 (5.3)	0.7 (6.0)	0.7 (6.0)
		IWP	0.0 (4.3)	0.0 (4.3)	-0.6 (3.7)
	配合②	OWP	0.0 (7.0)	0.7 (7.7)	-1.0 (6.0)
		IWP	0.0 (1.3)	2.4 (3.7)	0.7 (2.0)

6. まとめ

室内試験および試験施工の結果より、開発バインダを使用したグース混合物は、良好な施工性、たわみ追従性を有し、耐流動性についてはきわめて優れていることが確認できた。防水性能についても良好な結果が得られ、コンクリート版との付着も問題ないことから、防水層としての役割を十分に果たすことができると考えられる。追跡調査においても、49kN換算輪数で40,000輪走行後の現状ではほとんど変形は見られず、供用性についても良好である。

クッキング温度は200℃（特殊添加剤を用いた場合は185℃）程度で製造および施工が可能であり、TLAを用いた従来のグース混合物のクッキング温度（約240℃）を大幅に低下させることができるため、CO₂排出量低減や作業員への負担軽減等が期待できる。また、TLAを使用しないことでグース混合物特有の臭気・煙が発生せず、周辺環境への影響も少ない。加えて、将来的な安定供給の面での問題も解消することができる。

今後は、引き続き追跡調査を行っていくとともに、実用化につなげていく予定である。

【参考文献】

立花徳啓、徳光克也、寺田剛 他：未利用アスファルト材料を用いたグースアスファルト混合物の開発、第32回日本道路会議（2017.11）

グースアスファルト代替となるアスファルト混合物の 床版防水層への適用

日本道路(株) 技術研究所 ○藤井 洋志
同 川上 聖
(国研)土木研究所 道路技術研究グループ 寺田 剛・藪 雅行

1. はじめに

道路橋は我が国に約 73 万橋存在し、交通、経済、防災を支える重要な道路交通施設である。そのため、橋梁床版上の舗装には交通の快適性や安全性の確保などの面から高い耐久性が求められることに加え、床版のたわみに追従する柔軟性や付着力、雨水から床版を保護するための防水性能を有している必要がある。このような橋梁床版上の舗装のうち床版防水層に適用されるアスファルト混合物には、トリニダットレイクアスファルト（以下、TLA）を用いたグースアスファルト混合物（以下、TLA グース）があるが、TLA グースが高温で製造・施工されることなどから特有の臭気を発生し、作業員や周辺環境に影響を与えることがある。また、動的安定度が小さく重交通路線では耐流動性不足に起因した舗装の変形などの損傷が報告されている。

本検討ではこれら諸課題を解決するため、(国研)土木研究所との共同研究の一環で TLA グース代替となるアスファルト混合物（以下、開発品）を開発し、コンクリート床版および鋼床版への適用性について評価した。

2. 開発したアスファルト混合物の目標性能

開発品の目標性能を表-1 に示す。TLA グースの課題を克服するため、以下の開発目標を念頭に目標値を設定した。

- ・ 床版への負担やプリスタリング、作業性を考慮して混合物温度を低温化すること
- ・ 橋面舗装の耐久性を考慮し、耐流動性や防水性能を確保すること
- ・ 作業環境や周辺環境を考慮し、臭気や煙の発生を抑制すること

3. 室内検討

一般にコンクリート床版は剛性が高く、鋼床版はたわみ量が大きくなる。そのため、それぞれの床版を対象とした A と B の配合を検討することとした。また、混合物温度の低温化と施工性（流動性）の確保を両立するために、A、B ともに特殊添加剤を配合した。

3-1. 施工性と動的安定度の検討

開発品の施工性と耐流動性の関係を検討するため、リュエル流動性試験およびホイールトラッキング試験を実施した。結果を図-1 に示す。図-1 の結果、A、B ともに各目標値を満足することが確認された。混合物温度に着目すると、TLA グースに比べて 35°C 程度低下させても流動性を確保することができた。

3-2. たわみ追従性の検討

開発品のたわみ追従性を検討するため、曲げ試験を実施した。結果を図-2 に示す。図-2 より、両配合ともに目標値 8×10^{-3} 以上を満足し、十分なたわみ追従性が確認された。

表-1 目標性能

評価項目	評価指標	一般的な値 または基準値	開発目標値
混合物温度	温度 (°C)	220~240	185±5
施工性	リュエル流動性 (秒)	3~20	
耐流動性	動的安定度 (回/mm)	300	≧600
高温時の安定性	貫入量 (mm)	1~6	
たわみ追従性	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	≧8	
臭気	カウント値	500~600	300程度

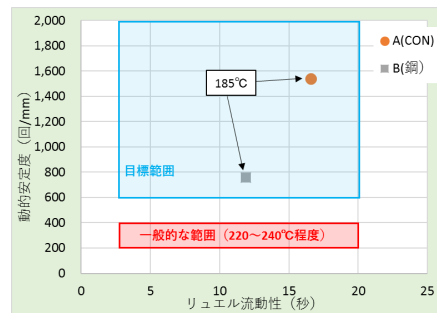


図-1 施工性と動的安定度の関係

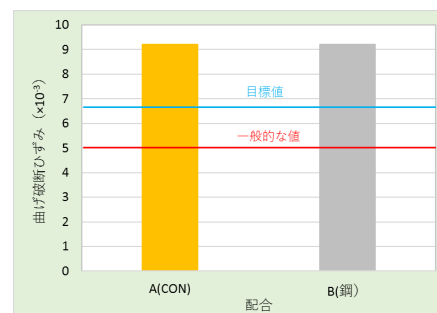


図-2 曲げ試験の結果

4. 試験施工

室内検討の結果、開発品は TLA グースと同等の施工性を有し、なおかつ高い耐流動性とたわみ追従性を示すことが確認された。そこで、土木研究所構内において試験施工を実施して現場への適用性を検討することとした。試験施工で使用した混合物の各試験結果を表-2 に示す。

4-1. 施工性の検討

開発品のリュエル流動性は、概ね目標値を満足した。舗設時の状況を写真-1 に示す。本試験施工では TLA グースと同様の施工編成で舗設することが可能であった。

4-2. 耐久性の検討

開発品の耐久性は耐流動性、高温安定性、たわみ追従性、付着性で評価した。表-2 より動的安定度と曲げ破断ひずみは目標値を満足する結果となった。貫入量は B のみ目標値を満足し、A は小さい値を示した。A の貫入量が小さかったことは、高温安定性が優れると考えられ、動的安定度が B より大きい値を示したことに一致する。また、各床版との付着性はそれぞれ目標値を満足する結果であった。

4-3. 水密性の検討

舗装体の水密性を確認するため、採取したコアを用いて加圧透水試験を、現場において透気試験を実施した。その結果、いずれの配合でも透水や透気は認められず防水層として十分な性能を有することが確認された。

4-4. 臭気の検討

開発品は、TLA 不使用のため TLA グースで課題となる臭気や白煙の発生を抑制できると考えられた。そこで、開発品の製造から施工における各段階の臭気レベルを測定した。その結果、開発品の臭気レベルは 120~310 程度であり、一般的に 500~600 程度の TLA グースに比べて臭気レベルを 1/2 程度あるいはそれ以下に抑制することができた。現場では一般的なアスファルト混合物の施工時と同等と感じ、周辺環境への影響が少ないと考えられる。

4-5. 供用性の検討（大型荷重車による促進载荷試験）

開発品の供用性を確認するため、表層舗設後に大型荷重車を用いた促進载荷試験を実施した。荷重車走行後の舗装の変形量（わだち掘れ量）を図-3 に示す。この結果、各工区ともに初期値から顕著な変化がなく、良好な供用性が確認された。

5. まとめ

本検討の結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 開発品の製造・施工温度は 185°C 程度であり、TLA グースと比較して 35°C 程度低温化することができた。
- 2) 開発品は、TLA グースに比べて耐流動性が向上し、十分なたわみ追従性を有することがわかった。
- 3) 開発品は床版防水層として十分な防水性能を有することがわかった。
- 4) 製造・施工時の臭気や煙の発生が極めて少なく、周辺環境への影響が少ないことがわかった。

以上のことから、開発品は TLA グースの諸問題を解決し、コンクリート床版、鋼床版の床版防水層への適用性が示された。

表-2 混合物性状の試験結果

評価項目	評価指標	コンクリート床版		目標値
		A(CON)	B(鋼)	
施工性	混合物温度 (°C)	185	185	185±5
	リュエル流動性 (秒)	16.0	21.0	3~20
耐流動性	動的安定度 (回/mm)	1660	790	≧600
高温安定性	貫入量 (mm)	0.6	1.0	1~6
たわみ追従性	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	14.7	12.6	≧8
付着性	付着強度 (MPa)	23°C	0.7	≧0.6
		20°C	—	≧1.0
		-10°C	—	≧1.2
水密性	透水係数K15 (cm/秒)	0	0	$\leq 1 \times 10^{-7}$
	透気係数KT (MPa/分)	—	0.002	≤ 0.003
	透気係数KT ($10^{-16}m^2$)	0	—	0
臭気	臭気レベル	120~165	130~310	300程度



写真-1 舗設状況

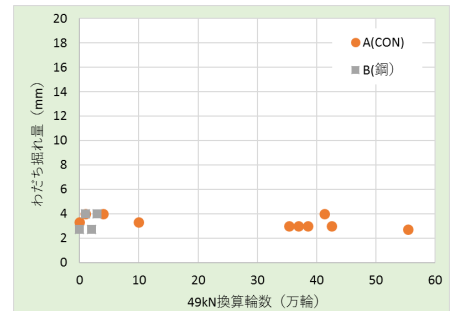


図-3 走行輪数と変形量の関係

共同研究報告書

Cooperative Research Report of PWRI

No.535 March 2021

編集・発行 ©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国立研究開発法人土木研究所 企画部 業務課

〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754