

ISSN 0386—5878

土研資料 第2124号

土 木 研 究 所 資 料

ホイールトラッキング共通試験結果の解析

昭 和 59 年 7 月

建設省土木研究所
道路部舗装研究室

Copyright © 1984 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 Director General of P. W. R. I

この報告書は、土木研究所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、複写は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

ホイールトラッキング共通試験結果の解析

舗装研究室 飯 島 尚

小 島 逸 平¹⁾

池 田 拓 哉

中部技術事務所材料試験課 大 野 勝 昭

三 井 時 夫²⁾

渡 辺 泰 友

要旨

ホイールトラッキング試験は、アスファルト混合物の流動性状を測定するために開発された試験であり、耐流動性を室内実験で評価するのに適している。しかし、その精度や再現性についてやや不明確な点があるため、技術管理業務連絡会舗装部会の流動分科会で共同実験及び調査を行った。

調査方法は、試験条件や供試体の作製条件を変化させてホイールトラッキング試験を行い、共同実験を実施している地方建設局間で結果を比較し、それらの条件の変化が試験結果に与える影響を確認した。

その結果、ホイールトラッキング試験の精度的な限界や試験方法の改善点について、有用なデータを得ることができた。

キーワード：アスファルト混合物，ホイールトラッキング試験，耐流動舗装，
わだち掘れ，アスファルト舗装

1) 現熊谷道路(株)技術研究所第一研究部長，元舗装研究室主任研究員

2) 現岐阜国道工事事務所工務課

目 次

まえがき

1. ホイールトラッキング共通試験の目的	1
2. 昭和53年度ホイールトラッキング共通試験	3
2.1 調査目的	3
2.2 調査方法	3
2.3 調査結果	4
2.4 まとめ	9
3. 昭和54年度ホイールトラッキング共通試験	11
3.1 調査目的	11
3.2 調査方法	11
3.3 調査結果	13
3.4 まとめ	19
4. 昭和55年度ホイールトラッキング共通試験	21
4.1 調査目的	21
4.2 調査方法	21
4.3 調査結果	22
4.4 まとめ	26
5. 昭和56年度ホイールトラッキング共通試験	27
5.1 調査目的	27
5.2 調査方法	27
5.3 調査結果	27
5.4 まとめ	33
6. 昭和57年度ホイールトラッキング共通試験	35
6.1 調査目的	35
6.2 調査方法	35
6.3 調査結果	36
6.4 まとめ	46
7. 昭和58年度ホイールトラッキング共通試験	47
7.1 調査目的	47
7.2 調査方法	47
7.3 調査結果	48
7.4 まとめ	61
あとがき	63
参考文献	63

まえがき

本報告書は、技術管理業務連絡会舗装部会の流動分科会の調査活動の一環として昭和53～58年に行われたホイールトラッキング共通試験の結果をとりまとめたものである。

重交通道路における流動の発生は、道路管理上の大きな問題であり、アスファルト混合物の流動性を事前に評価するホイールトラッキング試験は、有効な試験法と考えられる。この試験について、供試体の作製方法の違いや試験機の違いなどについて広範囲に調査を実施し検討を行ったものであり、今後の流動対策に役立つ結果を得ることができた。

1. ホイールトラッキング共通試験の目的

アスファルト舗装要綱（昭和53年版）では、耐流動用の混合物はホイールトラッキング試験（以下WT試験）によってアスファルト混合物（以下アスコン）の流動性を事前に評価し、動的安定度（以下DS）が一定水準以上のものを使用すると規定している。WT試験は、53年度以前には各機関ごとにその実施方法が異なっており、全国レベルでデータを比較する場合に整合がつけ難い状況にあった。そこで舗装研究室では、WT試験に関するアンケートや予備試験を行い、WT試験の標準試験方法（案）¹⁾を提案するとともに、それを舗装要綱に反映させた。しかし、これらの規定に従って試験を進めるにつれ、以下のような問題点が指摘され始めた。

- 1) 試験結果にばらつきがあり、再現性にやや問題がある。
- 2) 同一の混合物を用いているにもかかわらず、試験機関によってDSの値に差があり、試験機関間の差が完全には解消されていない。
- 3) トラバースの取扱いなど、はっきりとした規定のできていない事項が残されている。
- 4) アスコンの流動が発生するメカニズムが解明されていない。

このような状況のもとで、流動分科会では土木研究所（以下土研）と各地建技術事務所で協力し、WT試験に関する共同実験を行うことにした。WT共通試験は、昭和53年度に始まり昭和58年度まで6年間にわたって実施された。以下各年間ごとに、その結果を報告する。

2. 昭和53年度ホイールトラッキング共通試験

2.1 調査目的

舗装部会において、WT試験の標準方法(案)にもとづいて試験を行ってもなお、試験機関の間に結果の差が残っている、という指摘があった。そこで、それらの有意差の有無を確認し、差が見出された場合には、その原因を探る目的でWT共通試験を実施した。なお昭和53年度の共通試験には、土研、北海道開発局土木試験所舗装研究室、各地建技術事務所の計10機関が参加した。

2.2 調査方法

土研の実験室において、密粒(13)および密粒(20)の供試体を各20枚作製し、2枚ずつを担当の試験機関に送付する。一方、土研で使用したものと同一の材料を各試験機関に送り、土研と同一粒度、アスファルト量の供試体を各2個作製する。以上計8個の供試体についてWT試験を行い結果を報告する。WT試験の方法は標準方法(案)にもとづいて実施するものとする。

WT試験の実施と同時に試験機の仕様と供試体の作製方法についても調査を行い、DSに与える影響について調査する。

材料の配合関係のデータを表-2.1に示す。

表-2.1 使用材料

(1) 骨 材

	砕 石			粗 砂	細 砂	石 粉
	5 号	6 号	7 号			
産 地	東京都西多摩郡日の出村			栃 木 県 思 川	千 葉 県 佐 倉	日本セメント (石灰粉)
見掛比重 (g/cm ³)	2.673	2.667	2.669	2.704	2.769	2.702
吸 水 率 (%)	0.67	0.81	1.08	2.04	3.51	—

(2) アスファルト

種 類	ストレートアスファルト 40/60
比重25/25℃	1.040
針 入 度	48
軟 化 点	51

(3) 配 合

混 合 物	5 号	6 号	7 号	粗 砂	細 砂	石 粉
密粒度アスコン(13)	—	38	12	36	8	6
密粒度アスコン(20)	18	27	5	36	8	6

(4) マーシャル安定度試験

混 合 物	アスファルト量 (%)	密 度 (g/cm ³)	空 隙 率 (%)	フロー値 (10 ⁻² cm)	V. M. A (%)	安 定 度 (kg)	S / F	飽和度 (%)
密粒度アスコン(13)	5.9	2.364	3.9	37	17.3	1080	27	77.5
密粒度アスコン(20)	5.5	2.381	3.8	27	16.3	1120	27	78.2

2.3 調査結果

2.3.1 試験機に関する調査結果

各試験機関で使用されている，WT試験機の仕様に関する調査結果を表－2.2に示す。載荷方法は6機関が車輪の上部に分銅をのせる垂重式，3機関がてこによる分銅載荷であった。また新しい方式とし

表－2.2 試験機の仕様

	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	土研
メーカー	千代田	谷藤	谷藤	ニッケン NKA110B	谷藤 MSP-33 (A-A)	マルイ	谷藤 トラバース式 TR322B	谷藤	谷藤機械 TR322	千代田 製作所
載荷方法	垂重	垂重	レバー式 分銅載荷	エアシリン ダー	垂重	垂重	垂重	垂重	垂重	レバー式 分銅載荷
トラッキング 方法	供試体 移動	供試体 移動	供試体 移動	車輪走行	供試体 移動	供試体 移動	供試体 移動	供試体 移動	車輪走行	供試体 移動
試験輪 直径(cm)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	20.0	20.0
ゴム厚 (mm)	19	15	17	20	15	20	15	15	15	15
ゴム硬度 (度)	80	80	80	78	74	79	80	80	78	79
トラバース 速度	20回/時	9.8cm/分	10cm/分	10cm/分	10cm/分	10cm/分	—	10cm/分	—	—
載荷速度	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分	42回/分
タイヤ 接地圧	6.44kg/cm ²	6.4kg/cm ²	—	—	6.46kg/cm ²	6.44kg/cm ²	6.33kg/cm ²	6.4kg/cm ²	6.4kg/cm ²	6.4kg/cm ²

て，空気圧による載荷方法が1機関あった。トラッキングは，8機関が供試体移動式になっていたが，2機関では車輪が走行する新方式になっていた。車輪直径は，すべての機関で規格を満足するものが使用されていた。ゴム厚は，概ね規定の15mmを満足しているが，3機関においては5mm厚いものが使用されていた。ゴム硬度は，1機関で軟らかいものが使用されている他は，すべてJIS硬度78~80になっており，規格を満足していた。走行速度，タイヤ接地圧については規定通りに実施されていた。

以上より全体として試験機に関する規格は，ほぼ満足されていることがわかった。

2.3.2 供試体の作製方法

供試体の作製方法に関する調査結果を表－2.3に示す。

アスファルトの加熱温度，加熱時間は試験機関によって差があり，最大と最小の差は温度で70℃，時間で10時間となっていた。この違いは，アスファルトの熱劣化に影響するため，これがDSに影響を与えるかどうか検討する必要がある。

締固めは，各種の締固め機構の異なる機械が用いられており，締固め荷重は400~2,000kgと差が大きく，従って線圧にも大きな差があることが明らかになった。この差は，アスコン骨材のかみ合わせに影響があり，後述するようにDSにも影響を与えるため，締固め時の線圧については，適当な数値を示す

表-2.3 供試体の作製条件

項目	機関	北海道	東北	関東	中部	北陸	近畿	中国	四国	九州	土研
アスファルト熱	温度(°C)	155	160	170	100(混合時) 145	160	155	155	155	140	100(混合時) 150
	時間(hr)	0.25	0.25	3	1	10	0.5	4以上	0.1	16~17	6
骨材加熱	温度(°C)	175	170	—	170	170	165	170	170	170	170
	時間(hr)	4	4以上	—	5	12	15	12以上	4.5	16~17	12
混合方法	ミキサー容量	30kg	45kg	20ℓ	30ℓ	30kg	30kg	20ℓ	100kg	17ℓ	60kg
	回転数(回/分)	60	10	1軸 66 2軸 23	49	—	70	23	75	45	45
	混合時間	ウェット(秒)	—	120	120	240	120	50	120	60	同時
		ドライ(秒)	—	60	60	60	40	10	60	5	60
締固め方法	機械	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	ローラー コンパクター	振動式 ローラー (1270 kg)	油圧載式 ニーディング コンパクター
	荷重kg	900	1875	400 950	800	2000	880	Max 1100	800	600	2000
	線圧 kg/cm	30	62.5	13 32	26.7	66	28.3	Max 36.7	26	20	66
	回数	60回	7往復	20回 30回	56往復	10往復 ゴム板 10往復	27往復	供試体容積が一定となる迄	40	15往復	20往復
トラバース	有 無	有	—	無	無	無	有	無	有	無	無
	温度	60°C	—	—	—	—	60°C	—	60°C	—	—
	接地圧	6.44 kg/cm	—	—	—	—	5.4 kg/cm	—	5.54 kg/cm	—	—
	時間	15分	—	—	—	—	30分	—	60分	—	—

必要があると考えられる。

トラバース走行については、締固め時にトラバースを実施している試験機関が3つあり、後述するようにDSに影響を与えると考えられるので、その取扱いについて詳細な検討が必要である。

2.3.3 ホイールトラッキング試験結果

各試験機関から報告された試験結果を表-2.4に示す。土研作製の供試体の場合、密粒(13)ではDSの平均($\overline{DS}$) = 1,448 (回/mm), 標準偏差(σ) = 721, 密粒(20)では $\overline{DS}$ = 1,077 (回/mm), σ = 497となっている。一方、各地建等で作製された供試体の場合は、密粒(13)では $\overline{DS}$ = 1,327 (回/mm), σ = 1423, 密粒(20)では $\overline{DS}$ = 1,276, σ = 845となり、土研で作製した供試体に比べ標準偏差が約2倍とばらつきが大きくなっていることがわかる。従って、供試体の作製方法が、DSの値に影響を与えることが推定できる。

各試験機関で試験された2枚の供試体について変動係数を計算すると、土研作製分については密度(13)で平均20.6%, 密度(20)で29.2%, 地建作製分については密粒(13)で平均18.8%, 密粒(20)で18.6%と

表-2.4 ホイールトラッキング試験結果

(1)密粒度アスコン⑬ 土研作製供試体

試験機	試験関	d ₀ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₄₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	DS (回/mm)	密度 (g/cm ³)	締固度 (%)
北海道		2.16	3.61	4.35	5.08	863	2.346	99.2
		2.07	2.89	3.39	3.83	1432	2.364	100.0
東北		2.48	3.37	4.18	4.82	984	2.340	99.0
		2.40	2.59	3.20	3.80	1050	2.366	100.1
関東		0.93	1.99	2.50	2.90	1578	2.350	99.4
		0.45	1.55	2.10	2.69	1068	2.361	99.9
北陸		2.45	2.85	3.05	3.25	3150	2.368	100.2
		2.20	2.55	2.80	3.00	3150	2.366	100.1
中部		2.38	2.96	3.38	3.73	1800	2.347	99.3
		2.28	3.38	3.99	4.54	1145	2.359	99.8
近畿		1.33	2.10	2.47	2.82	1803	2.378	100.6
		1.82	3.11	3.91	4.63	875	2.359	99.8
中国		1.39	3.06	3.89	4.79	698	2.361	99.9
		1.88	3.13	3.96	4.72	829	2.357	99.7
四国		1.34	3.05	3.84	4.70	733	2.354	99.6
		1.22	2.13	2.66	3.12	1370	2.366	100.1
九州		2.00	3.15	3.72	4.30	1086	2.361	99.6
		1.95	3.00	3.65	4.20	1145	2.357	99.7
土研		0.70	1.20	1.40	1.70	2100	2.366	100.1
		0.50	1.20	1.60	1.90	2100	2.357	99.7

(1)密粒度アスコン⑳ 土研作製供試体

試験機	試験関	d ₀ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₄₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	DS (回/mm)	密度 (g/cm ³)	締固度 (%)
北海道		1.90	3.95	4.96	5.98	618	2.383	100.1
		2.01	3.59	4.47	5.29	708	2.383	100.1
東北		3.10	3.32	4.10	4.90	788	2.385	100.2
		1.90	2.28	2.81	3.30	1286	2.386	100.2
関東		0.82	2.42	3.25	4.05	787	2.386	100.2
		0.45	1.75	2.44	3.20	829	2.383	100.1
北陸		3.40	4.05	4.40	4.70	2100	2.386	100.2
		2.40	3.00	3.35	3.65	2100	2.385	100.2
中部		3.42	4.23	4.87	5.36	1286	2.382	100.0
		2.16	3.63	4.36	5.08	875	2.386	100.2
近畿		1.62	3.41	4.22	5.09	724	2.382	100.0
		1.99	3.17	3.80	4.43	1000	2.389	100.3
中国		3.19	6.39	8.06	9.65	394	2.385	100.2
		1.53	2.29	2.85	3.26	1537	2.384	100.1
四国		0.72	3.30	4.47	5.69	516	2.393	100.5
		1.55	2.55	3.11	3.63	1212	2.386	100.2
九州		1.90	2.96	3.60	4.19	1068	2.383	100.1
		2.55	4.80	6.17	7.39	516	2.374	99.7
土研		1.20	2.00	2.40	2.60	1575	2.391	100.4
		1.20	1.90	2.20	2.80	1050	2.381	100.0

(3)密粒度アスコン⑬ 地建作製供試体

試験機	試験関	d ₀ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₄₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	DS (回/mm)	密度 (g/cm ³)	締固度 (%)
北海道		1.53	3.10	3.84	4.61	818	2.356	99.7
		1.90	3.05	3.67	4.26	1068	2.355	99.6
東北		1.84	2.78	3.26	3.74	1313	2.384	100.9
		1.75	2.32	2.79	3.22	1465	2.381	100.7
関東		0.40	2.73	3.95	5.10	548	2.370	100.3
		1.29	2.98	3.83	4.60	818	2.333	98.7
北陸		2.30	3.10	3.25	3.40	4200	2.372	100.3
		4.40	4.25	4.55	4.65	6300	2.386	100.9
中部		4.13	7.06	8.76	10.27	417	2.400	101.5
		4.96	7.32	8.91	10.20	488	2.397	101.4
近畿		1.14	2.52	3.27	3.97	899	2.358	99.7
		1.14	2.28	2.97	3.59	1016	2.366	100.1
中国		2.15	3.96	4.79	5.69	698	2.343	99.1
		2.50	3.26	4.10	4.72	1016	2.357	99.7
四国		1.29	2.67	3.23	3.93	900	2.381	100.0
		1.13	1.91	2.07	2.43	1750	2.387	100.3
九州		2.65	4.96	6.17	7.31	553	2.340	99.0
		2.22	3.91	5.13	6.19	594	2.340	99.0
土研		1.70	3.40	4.10	4.90	788		
		1.00	2.30	3.00	3.70	900		

(4)密粒度アスコン⑳ 地建作製供試体

試験機	試験関	d ₀ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₄₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	DS (回/mm)	密度 (g/cm ³)	締固度 (%)
北海道		2.00	4.16	5.21	6.28	589	2.367	99.4
		1.93	3.78	4.48	5.33	741	2.368	99.5
東北		2.05	3.13	3.68	4.22	1167	2.394	100.6
		2.52	2.74	3.40	4.06	955	2.399	100.8
関東		1.25	2.20	2.70	3.15	1400	2.364	99.2
		0.85	2.00	2.55	3.00	1400	2.365	99.3
北陸		3.80	4.20	4.55	4.80	2520	2.393	100.8
		3.23	3.45	3.75	3.90	4200	2.389	100.3
中部		4.65	6.72	7.92	8.99	589	2.415	101.4
		3.25	5.30	6.28	7.27	636	2.422	101.7
近畿		2.04	3.07	3.64	4.12	1313	2.375	99.7
		1.29	2.78	3.50	4.24	851	2.367	99.4
中国		1.74	2.64	3.26	3.82	1135	2.384	100.1
		2.85	3.13	3.75	4.17	1500	2.380	100.0
四国		1.82	2.94	3.65	4.28	1000	2.362	99.9
		1.47	2.25	2.64	3.06	1500	2.356	99.7
九州		2.65	5.52	7.30	8.85	406	2.380	100.0
		2.90	4.75	5.93	6.90	649	2.374	99.7
土研		1.30	2.50	3.00	3.50	1575		
		1.20	2.00	2.50	2.90	1575		

なっている。DSの変動係数に対する目標値として20%を提唱しているが、今回の実験では半数をやや超える供試体の組がこの値を上回っている。試験個数が1条件について2枚しかなく、条件的にやや厳しかったことを考え合わせれば、この20%という目標値を達成することはそれほど困難であるとは考えられないので、試験精度を高める意味からも、この程度の目標値が妥当と考えられる。

試験機関の違いを要因とし、試験に参加した各試験機関を1つの水準とすると、本試験は繰り返し数2回で10水準の一元配置型の実験4組と考えることができる。ここで、土研作製と地建作製の違いを要因と考えると二元配置型の実験ともみなせるが、前者は作製機関が同一で試験機関が別、後者は作製機関と試験機関のいずれもが別となっている。従って各水準の内容は均質とはいえず、二元配置型の実験

として解析するのは不適當と考えられる。試験機関間の差について検討するため、上記の設定にもとづいて分散分析を行った。結果を表-2.5に示す。それによると、土研作製の密粒(13)及び地建作製の密粒(13)、密粒(20)について危険率1%で試験機関間に有意差があるという判定となっている。特に地建

表-2.5 分散分析表

(1) 密粒度アスコン (13) 土研供試体

項 目	変動×10 ⁶	自 由 度	分散×10 ⁵	分 散 比	5 %	1 %
A	8.37	9	9.70	8.42	○	○
E	1.15	10	1.15	—	—	—

(2) 密粒度アスコン (20) 土研供試体

項 目	変動×10 ⁶	自 由 度	分散×10 ⁵	分 散 比	5 %	1 %
A	3.41	9	3.79	2.96	×	×
E	1.28	10	1.28	—	—	—

(3) 密粒度アスコン (13) 地建供試体

項 目	変動×10 ⁷	自 由 度	分散×10 ⁶	分 散 比	5 %	1 %
A	3.58	9	3.97	14.67	○	○
E	2.71	10	0.271	—	—	—

(4) 密粒度アスコン (20) 地建供試体

項 目	変動×10 ⁷	自 由 度	分散×10 ⁶	分 散 比	5 %	1 %
A	1.18	9	1.31	7.35	○	○
E	0.178	10	0.178	—	—	—

$$F(9, 10, 0.05) = 3.20$$

$$F(9, 10, 0.01) = 4.85$$

作製の供試体の場合高度な有意差を示しており、供試体の作製条件の違いがDSに影響を与えることが推定される。そこで供試体作製条件の違いに着目して検討を行う。

供試体作製時の締固め線圧-D Sの関係を図-2.1に、締固め回数-D Sの関係を図-2.2に示す。WT試験用の供試体を作製する場合、最終的な供試体密度が基準密度に対し、100±1%の範囲に入れば試験基準を満足していることになり、それに至る締固め過程については、特に規定されていない。しかし、図-2.1ではグラフに右上がりの傾向が、図-2.2では右下がりの傾向が読み取れる。つまり、DSを高めるには、高い線圧で転圧回数を減らした方がよいことになる。従って供試体作製の際には、線圧または転圧回数に関し何らかの規定が必要と考えられる。

一方、この結果を別の面からとらえると、以下のことが推定できる。DSと現場のわだち掘れ量には相関性のあることが幕張試験舗装によって確かめられている²⁾。今回の試験では締固め時の線圧を高めるとDSが高くなっていることから、現場での転圧には大型のローラを使用した方が、流動に強いアスコ

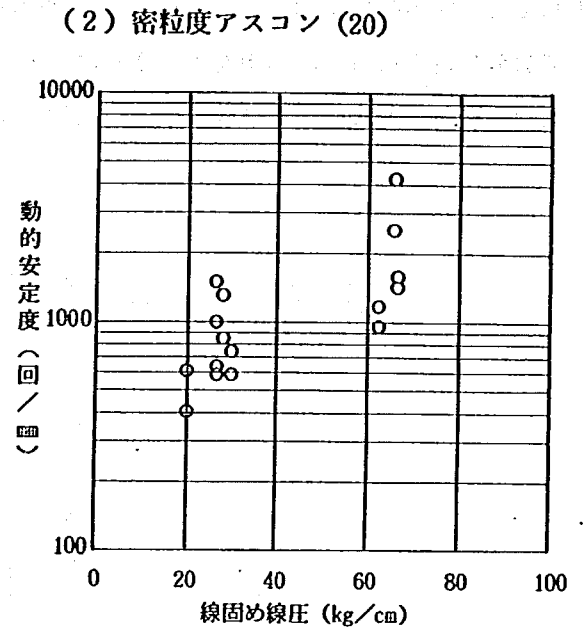
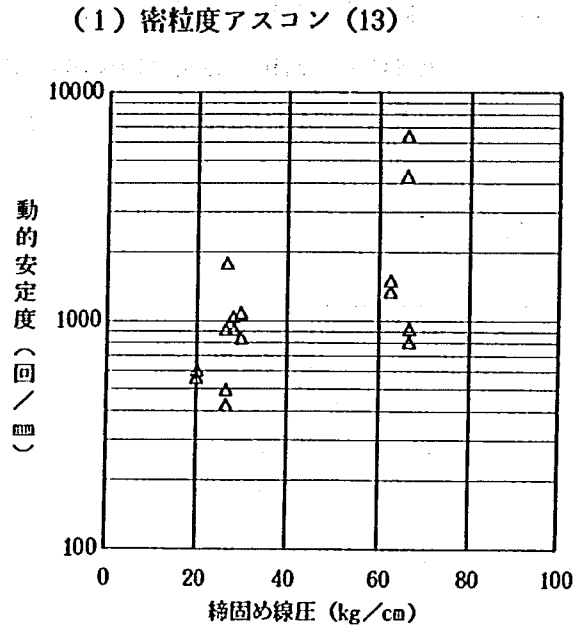


図 - 2.1 締固め線圧と動的安定度の関係

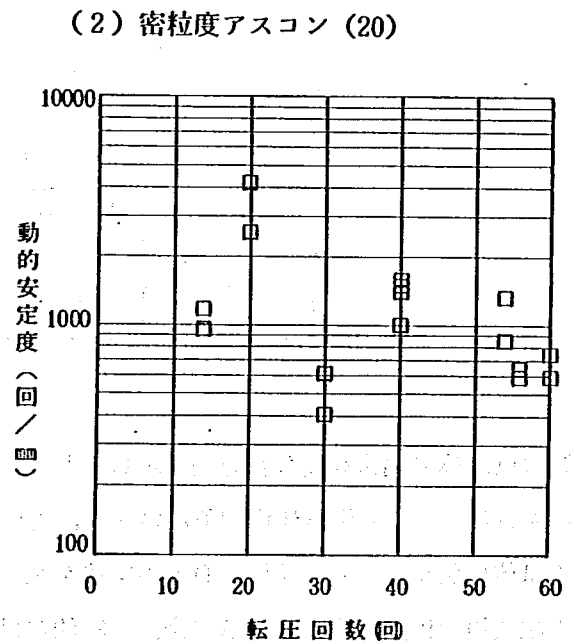
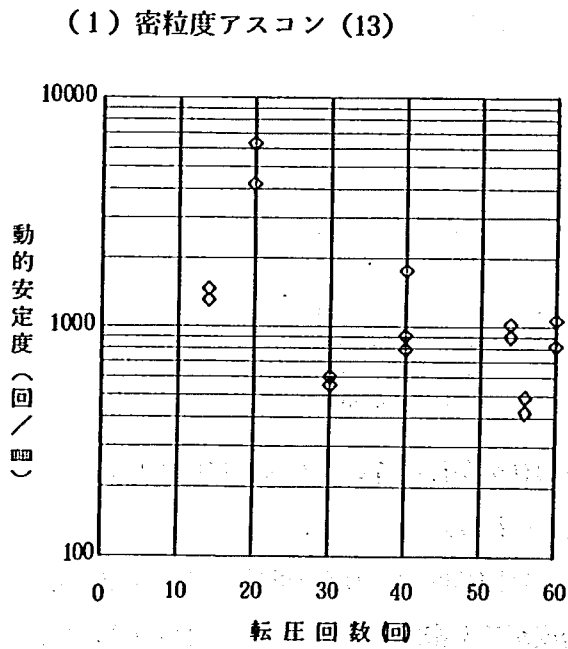


図 - 2.2 転圧回数と動的安定度の関係

ン層ができるものと考えられる。

土研で作製した供試体のDSと各地建で作製した供試体のDSについて各地建ごとにその関係をプロットしてみたが、明確な関係は見出せなかった。

供試体作製の際にトラバースを併用している試験機関が3つあり、DSの値は四国>近畿>北海道とトラバース時間の長い順になっている。従って、トラバースはDSの値に影響があり、トラバースを行った試験結果と行わなかった場合の試験結果を同一に取り扱うことには、問題があると考えられる。

2.4 まとめ

- 1) WT試験機に関する調査の結果、試験機の規格は概ね満足されていることがわかった。
- 2) 供試体作製の際、アスファルトの加熱温度、加熱時間には試験機関ごとに差があり、熱劣化等の影響を考えると、DSに対する影響について確認する必要がある。
- 3) 締固めの荷重、線圧、転圧回数は、試験機関ごとにかかなりの違いがある。
- 4) 同一条件で作製された供試体であっても、試験機関によってDSに差があると考えられる。特に供試体の作製機関が異なると、材料や配合が同一であっても、その違いは大きくなる。
- 5) 線圧（荷重）とDSの間には正の相関が、転圧回数とDSの間には負の相関が認められ、全国的なDSのデータの整合を図るためには、締固め条件について規定を作成する必要がある。
- 6) トラバースについては、トラバース時間が長くなるにつれ、DSが大きくなる傾向があり、トラバース有りと無しのデータを同一に取り扱うことには、問題があるものと考えられる。

3. 昭和54年度ホイールトラッキング共通試験

3.1 調査目的

昭和53年度のホイールトラッキング試験の結果、試験機関の間に試験結果の有意差が見出された。しかし昨年度の共通試験は、1試験機関当たりの試験個数が2枚とやや少なかった感があり、また試験を行った範囲も建設省関係の試験機関に限られていた。そこで昭和54年度は、調査対象を県や民間企業の試験機関（以下民間機関）にまで広げて共通試験を実施し、試験機関の間の有意差について更に詳細な検討を行うものとした。

3.2 調査方法

土研舗装研究室の実験室において、転圧回数や線圧等の条件を同一にして密粒（13）の供試体を作製する。それらのうち3枚ずつを無作為に選び、各試験機関に送付する。各試験機関ではWT試験標準試験方法（案）にもとづきWT試験を行い、結果を報告する。また民間機関については、WT試験の仕様および供試体の作製条件についても調査を行う。

アスコンの配合関係のデータを表-3.1に、試験に参加した機関の一覧表を表-3.2に示す。

表-3.1 使用材料および配合

1. 使用材料の種類及び産地

材料の種類	製造会社名	産地	材質
6号砕石	塚田陶管 ㈱	茨城県新治郡新治村	砂岩
7号砕石	〃	〃	〃
粗砂	〃	茨城県霞ヶ浦	川砂
中砂	〃	栃木県鬼怒川	〃
細砂	駐 〱 ㈱	千葉県佐原市	〃
石粉	稲田砕石	茨城県常陸太田	石灰岩
アスファルト	日本石油 ㈱	横浜製油所	ストアス 60/80

2. 配合割合

材料	6号	7号	粗砂	中砂	細砂	石粉
配合割合(%)	30	25	27	6	6	6

3. 合成粒度

フルイ目 ㎖	40	30	25	20	13	10	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
通過重量百分率(%)				100	97.0	-	63.7	42.3	28.9	15.4	9.7	6.4

4. 設計アスファルト量の決定

突固め回数両面各 50回

最適アスファルト (%) 量	密 度 (g/cm ³)	空げき率 (%)	飽 和 度 (%)	安 定 度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	混合温度 (°C)	突固め温度 (°C)	理論密度 (g/cm ³)
5.7	2.371	3.8	77.5	1000	25	154~161	143~148	2.464

5. アスファルト性状

種 類	ストレートアスファルト 60/80
比重 25/25°C	1.035
針 入 度	77
軟 化 点	46.8

表- 3.2 参加機関一覧表

建設省 関係試験機関	北海道開発局土木試験所
	東北技術事務所
	関東技術事務所
	北陸技術事務所
	中部技術事務所
	近畿技術事務所
	中国技術事務所
	四国技術事務所
	九州技術事務所
	土木研究所舗装研究室
都府県 試験機関	秋田県工業試験場
	福島県建設技術研究所
	東京都土木技術研究所
	大阪府土木技術研究所
	愛媛県建設研究所
民間 会社試験機関	日本舗道株式会社
	日本道路株式会社
	大成道路株式会社
	大林道路株式会社
	東亜道路工業株式会社
	鹿島道路株式会社
	世紀建設株式会社
	前田道路株式会社
	常盤工業株式会社
	東急道路株式会社

3.3 調査結果

3.3.1 W T 試験機に関する調査

W T 試験機に関する調査結果を表- 3.3 に示す。試験機の載荷方式は、車輪の上部に直接分銅をのせ

表- 3.3 試験機の主要諸元

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
メーカ	谷藤 機械	谷藤 機械	谷藤 機械	協同 機	谷藤 機械	新明 機工	新明 機工	谷藤 機械	ニッ ケン	新明 機工	日新 機	都試 験機	ニッ ケン	ニッ ケン	谷藤 機械
載荷方法	レバー 式分銅 載荷	垂重 式	垂重 式	垂重 式	垂重 式	レバー 式分銅 載荷	レバー 式分銅 載荷	レバー 式分銅 載荷	エア シリン ダ	レバー 式分銅 載荷	レバー 式分銅 載荷	レバー 式分銅 載荷	垂重 式	エア シリン ダ	レバー 式分銅 載荷
トラッキング 方法	供試体 移動	車輪 走行	車輪 走行	車輪 走行	供試体 移動	供試体 移動	供試体 移動	供試体 移動	車輪 走行	供試体 移動	供試体 移動	供試体 移動	車輪 走行	車輪 走行	供試体 移動
試験輪 直径 (cm)	20	20.0	20	20	20	20	20.5	20	19.75	20.2	20.0	20	20	20	20
ゴム厚 (mm)	12	15.0	15	15	15	15	16	15	15.8	13	15	16	15	15	15
ゴム硬度 (度)	80	78	80	78	78	78	80	82	78	77	79	79	78	78	78
トラバース速度 (cm/分)	—	10	17	10	10	10	10	10	10	—	10	9.2	10	10	10
載荷速度 (回/分)	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
タイヤ接地圧 (kg/cm)	6.56	6.51	6.45	6.43	6.43	6.38	6.40	6.37	6.39	6.53	6.40	6.33	6.44	6.4	6.50

る垂重式やてこの原理を利用したレバー式のものがほとんどで、その他の方式として空気圧を利用した載荷方法をとるものが2機関あった。また走行方式は、15機関中9機関が供試体移動式、6機関が車輪移動式となっていた。車輪については、直径(20mm)は全機関とも規定通りのものを用いており、ゴム厚(15mm)に関しては1機関が薄かった他は規定通りとなっている。またゴム硬度(JIS 78)および走行速度(42回/分)についても、すべての機関で規定を満足していた。タイヤ接地圧については、1機関を除いて $6.40 \pm 0.15 \text{ kg/cm}$ を満足した。

以上のように試験機の仕様に関しては、ほぼ試験基準を満足していることがわかった。

3.3.2 供試体作製条件に関する調査

供試体の作製条件に関する調査結果を表- 3.4 に示す。アスコンの作製であるが、1試験機関を除くと供試体1枚分の混合ができるミキサを備えており、均質なアスコンの作製が可能となっている。但し、混合の際のドライミキシングおよびウェットミキシング時間については、それぞれ0~180秒、45~300秒と幅があり、これらのDSに対する影響を確認することが必要と言える。締固めに関しては、1

表-3.4 供試体作製条件

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
混合方法	ミキサー容量 (kg)	20	手練り	30	30	30	30	30	25	20	30	30	30	15	30	30
	回転数 (回/分)	23 (2軸)	—	68	25	23	23	1軸24 2軸55	—	—	65	23	39	164	23	—
	ドライ (秒)	180	60	60	30	30	30	15	20	30	10	60	0	30	60	10
	ウエット (秒)	180	300	120	150	120	120	45	40	60	120	180	120	120	120	70
締固め方法	コンパクター荷重方式	レバー式	—	エアースリンダー式	—	—	レバー式	レバー式	レバー式	レバー式	レバー式	エアースリンダー式	レバー式	鉄輪ローラ (小松JV-25)	レバー式	レバー式
	荷重 (kg)	1200	9000	—	850	800	250~1000	925	2100	1125	—	—	①-225 ②-300 ③-675	1650	800	800
	線圧 (kg/cm)	40	35	—	28.3	26.7	8.3~33.3	27.7	700	37.5	—	5	①-7.6 ②-10.1 ③-22.9	17.6	13.3	26.7
	回数 (回)	20鉄10 ゴム10	20	—	25	20	15~20	17	8	27	12	20	①-3 ②-5 ③-7	14	10	12
トラバース処理	有 無	無	無	無	有	無	無	有	無	有	無	有	無	無	無	無
	温度 (℃)	—	—	—	60	—	—	70	—	60	—	60	—	—	—	—
	接地圧 (kg)	—	—	—	5.5	—	—	3.7	—	5.5	—	5.51	—	—	—	—
	時間 (分)	—	—	—	18	—	—	8	—	12	—	6	—	—	—	—

機関で鉄輪ローラを使用している他は、すべてローラーコンパクタを使用している。しかし、その荷重や線圧は建設省関係機関の調査と同様に試験機関の間で異なっており、荷重で225~2,100kgと7.3倍の開きがある。前年度の調査結果では、DSと締固め線圧(荷重)の間には正の相関があり、この調査により試験機関の間で差を生じる可能性のあることが指摘できる。

トラバースに関しては、15機関中4機関でトラバースを実施していることがわかった。しかし他の11機関ではトラバースを実施しなくても所定の密度を達成できており、昨年度の調査結果ではトラバースがDSに影響しているらしいことから、配合に関する室内実験ではトラバースを実施しないと規定しても、それほど問題ないと考えられる。しかし現場で供試体を作製する場合には、所定の締固度を達成することが必ずしも容易ではないので、その場合のトラバースの適用法については、別途検討する必要がある。

3.3.3 ホイールトラッキング試験結果

各試験機関から報告されたWT試験の結果を表3.5に示す。建設省関係のDSは $\overline{DS} = 317$ (回/論)

表-3.5 ホイールトラッキング試験結果

(1) 密粒度アスコン (13) 建設省関係試験機関

試験機関	d ₀ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₄₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	DS (回/mm)	密度 (g/cm ³)	締固度 (%)	荷重 (kg)	接地圧 (kg/cm ²)
北海道	2.14	5.44	7.12	8.78	380	2.358	99.5	69.1	6.40
	1.64	6.30	8.73	11.10	266	2.373	100.1		
	4.56	8.05	11.40	13.68	276	2.369	99.7		
東北	2.20	6.35	8.57	10.06	423	2.361	99.6	59.4	6.40
	1.20	4.85	6.90	8.85	323	2.367	99.8		
	1.80	4.70	8.37	7.90	412	2.363	99.7		
関東	0.70	5.00	7.05	9.25	286	2.360	99.5	57.0	6.33
	0.25	3.90	5.60	7.38	353	2.369	99.9		
	0.00	4.85	7.13	9.50	266	2.370	100.0		
北陸	3.20	7.10	9.15	11.10	323	2.366	99.8	84.5	6.40
	3.20	6.10	7.60	9.00	450	2.367	100.0		
	2.10	4.10	5.10	6.10	630	2.377	100.3		
中部	1.88	4.52	5.80	7.11	481	2.363	99.7	67.7	6.32
	2.59	6.71	8.93	11.04	299	2.382	100.5		
	1.41	5.60	7.46	9.50	309	2.366	99.8		
近畿	4.35	9.87	13.18	16.12	214	2.370	100.0	62.2	6.40
	1.79	6.35	8.63	10.83	286	2.362	99.6		
	1.89	7.48	10.44	13.26	223	2.371	100.0		
中国	2.30	7.30	9.50	11.80	274	2.362	99.6	61.5	6.37
	2.20	6.23	8.10	10.00	332	2.351	99.2		
	1.20	7.20	10.30	13.30	210	2.365	99.7		
四国	2.82	6.41	8.78	10.94	292	2.375	100.0	62.0	6.67
	2.25	4.22	5.63	6.96	474	2.357	99.5		
	1.11	4.25	5.96	7.56	394	2.383	100.2		
九州	1.80	6.40	9.00	11.30	270	2.357	99.4	64.5	6.75
	0.80	5.60	8.00	10.40	260	2.367	99.8		
	1.30	7.30	10.30	13.50	200	2.382	100.5		
土研	3.20	9.87	13.05	16.00	214	2.357	99.8	70.8	6.35
	2.60	9.29	12.60	15.80	197	2.369	99.5		
	1.20	7.18	10.40	13.50	203	2.377	100.5		

$\sigma=101$, 民間機関のDSは $\overline{DS}=470$ (回/mm), $\sigma=190$ であり, 民間機関のDSの方が平均値, 標準偏差とも大きくなっている。しかし両者の間での有意差の有無について検定を行ったところ, 有意差なしという結果が得られた。

次に, 各試験機関の間に有意差があるかどうか, 試験機関の違いを要因にとり, 各試験機関を水準とする繰返し数3回の1元配置法による検定を行った。検定は, 建設省関係機関のみ, 民間機関のみ, 全試験機関の3つの場合について行った。分散分析結果を表-3.6に示す。その結果いずれの分析の場合も危険率1%で有意差ありの判定結果が得られ, 昭和53年度の試験と同様に, 同一の供試体によって試験を行っても, 試験結果に有意差が生じることがわかった。全試験値のDSは, $\overline{DS}=409$ (回/mm), $\sigma=177$ であり, データが正規分布するとして90%の信頼限界をとると, 2機関のデータが信頼限界をはず

(2) 密粒度アスコン (13) 民間試験機関

試験機関	d ₀ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₄₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	DS (回/mm)	密 度 (g/cm ³)	締 固 度 (%)	荷 重 (kg)	接地圧 (kg/cm ²)
A	0.30 0.90 0.90	5.40 4.40 4.30	7.50 6.00 6.30	10.00 7.70 8.10	252 371 350	2.373 2.365 2.362	100.1 99.7 99.6	63.7	6.56
B	1.00 1.80 1.90	2.70 3.40 3.20	3.50 4.20 4.00	4.40 5.00 4.70	700 788 900	2.361 2.370 2.363	99.6 100.0 99.7	66.0	6.51
C	2.90 4.70 2.00	7.00 7.40 6.10	9.20 15.50 8.20	11.30 19.10 10.20	300 175 315	2.381 2.362 2.360	100.4 99.6 99.5	61.5	6.45
D	2.00 1.20 2.15	7.10 5.00 5.80	8.75 6.50 7.10	10.35 7.90 8.40	381 420 484	2.362 2.365 2.360	99.6 99.7 99.5	65.0	6.43
E	3.50 0.95 0.55	8.15 5.25 3.90	11.00 7.40 5.20	13.50 9.55 6.75	252 293 407	2.387 2.355 2.366	100.7 99.3 99.8	64.4	6.43
F	0.60 0.60 1.10	4.10 4.10 4.00	5.20 5.60 4.70	6.20 6.70 5.50	630 570 790	2.370 2.369 2.372	100.0 99.9 100.0	73.0	6.38
G	1.22 1.68 1.28	3.60 4.52 3.34	4.76 6.00 4.54	5.94 7.44 5.76	534 438 516	2.367 2.368 2.368	99.8 99.9 99.9	70.0	6.40
H	1.20 1.00 0.80	6.20 4.20 3.50	8.60 5.80 4.40	10.70 7.40 5.30	300 394 700	2.368 2.370 2.356	99.9 100.0 99.4	72.0	6.39
I	3.17 3.22 1.45	6.35 5.30 5.26	8.15 6.97 7.18	9.77 8.28 9.06	389 481 335	2.368 2.372 2.354	99.9 100.0 99.3	77.5	6.39
J	3.30 1.62 1.88	5.50 3.70 3.16	6.40 4.80 3.78	7.40 6.00 4.60	627 545 1024	2.366 2.371 2.368	99.8 100.0 99.9	58.9	6.53
K	1.72 1.60 1.40	4.14 3.12 3.12	5.36 3.84 4.04	6.54 4.62 4.96	534 808 685	2.353 2.366 2.345	99.2 99.8 98.9	53.8	6.40
L	1.30 1.30 1.50	5.00 4.90 5.00	6.80 6.70 6.50	8.70 8.50 7.90	332 350 450	2.387 2.369 2.399	100.7 99.9 99.9	52.5	6.40
M	1.11 3.24 1.32	5.01 7.14 5.49	6.99 9.54 7.26	8.79 11.64 8.91	350 300 381	2.372 2.358 2.373	100.0 99.5 100.1	65.0	6.44
N	2.30 2.80 2.80	6.00 7.70 9.50	4.50 5.80 7.00	6.20 7.70 9.20	350 525 420	2.362 2.369 2.360	99.6 99.9 99.5	62.0	6.40
O	1.90 2.10 2.10	7.00 6.70 4.70	9.50 9.00 5.90	12.00 11.30 7.20	252 275 483	2.361 2.387 2.381	99.6 100.7 99.6	72.5	6.50

表 - 3.6 分散分析表

(1) 建設省関係試験機関

要 因	変 動	自 由 度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	1.18×10^6	14	8.42×10^4	6.07 **	2.20	3.09
E	0.416	30	1.39			
T	1.59	44				

(2) 都府県民間試験機関

要 因	変 動	自 由 度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	1.82×10^5	9	2.02×10^4	3.45 *	2.39	3.46
E	1.17	20	0.584			
T	2.99	29				

(3) 全試験機関

要 因	変 動	自 由 度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	1.78×10^6	24	7.42×10^4	6.96 **	2.11	2.88
E	0.532	50	1.07			
T	2.31	74				

* 危険率 5 % で有意

** " 1 % "

れる。いずれもDSの値は、平均に比べ極端に大きい側にはずれており、このようなことが起こる原因としては

- 1) 荷重が小さく接地圧が低い。
- 2) 温度管理が不十分で60℃を保つことができなかった。
- 3) 試験輪のゴム硬度が高かった。
- 4) 流動変形の測定位置に粒径の大きな石がかみ合ったため、変形の進行が妨げられた。

などが考えられる。DSの値が大きく報告されている試験機関は、3つのデータすべてが全体平均より大きく報告される傾向があり、3つの供試体すべてに4のような現象が生じるとは考えにくいので、試験機関としてDSが大きくなる傾向があると考えてよい。またWT試験実施時の荷重条件は、6.40kg/cm²に対し必ずしも軽くなっておらず、1)はあてはまらない。従って2)および3)が原因ではないかと推定できる。各試験機関での温度管理の実態については、特に調査を行わなかったので詳しいことはわか

らない。しかし土木研究所におけるWT試験では、次のような手順で温度管理を行っている。

1) 供試体の養生を行う恒温室内の温度分布を測定する。

測定には、熱電対温度計を用い、測定中扉の開閉はしない。特に供試体を静置する床面付近について、その温度が60℃になるような温度設定を見出す。

2) WT試験恒温室内の温度分布を測定する。特にキャリブレーション用供試体を恒温室内にセットし、表面に熱電対を貼付し、供試体表面が60℃になる温度設定を見出す。

3) 養生室から試験機への運搬および扉開閉時の温度低下を回復するため、供試体セット後30分間の回復時間を取る。

土研の場合恒温室内の温度に関しては、内部を均一化するためにファン等が取り付けられているが、それでもなお1～2℃のむらがある。また試験機の設定値と実際の値は必ずしも一致しておらず、それらのメータの値をそのまま信用することは危険である。温度管理用機器が古いなど、それらの信頼性に疑問がある場合には、以上のような手順で温度に関するチェックを行うのが望ましい。

試験輪の硬度に関して図-3.1に荷重と接地圧の関係を示す。ゴム硬度が低い場合には、ニーディング効果（こね返し作用）大きいためDSが小さく、ゴム硬度が高い場合にはDSが大きくなる傾向がある。ゴムの性状を同一とすると荷重と接地圧の関係は、大きな違いを示すことはないと考えられるが、図を見る限りでは荷重に対するゴム車輪の応答は、大きな違いを示している。この原因としては、

1) JIS硬度78の規定が守られていない。

2) 常温ではJIS硬度78であっても、60℃ではタイヤによって違う硬度を示す。

3) 接地面積の測定法に問題がある。

などが考えられる。

1) については、今回の調査ではほぼ規定を満足していたが、しかし今回報告されたゴム硬度が、硬度計によって実測されたものかどうかについては報告がなく、それらの数値がゴム車輪メーカーの試験値そのままの可能性もある。従ってタイヤ硬度について各試験機関において実測し、確認を行うのが望ましいと言える。

2) については60℃における硬度測定データがないため正確なことは言えないが、土研のデータでは常温に比べ60℃ではJIS硬度で8～10硬度が低下する。これらの変化の程度が、どのゴム車輪でも同一であるという保証はなく、今後この点について検証を行うとともに、必要があればゴム車輪の硬度を試験温度における値で定めるよう、試験規定を改めることを検討しなければならない。

3) については現状の規定では、車輪について90°ずつ4面についてスタンプ跡を取り、その面積を平均して接地面積とするようになっている。しかし面積の測定は、プランメータで行うもの、方眼紙のマス目数えるものなど様々で、それらの測定においては実験を行うものの主観を完全に排除することは困難である。従って、荷重と接地圧の関係について調査を行い、それらの関係がゴム車輪間で大きな差を示さなかった場合には、現行の接地圧による規定を上載荷重による規定に改めることが望ましいと考えられる。

試験輪の荷重とDSの関係を図-3.2に示す。図より両者のあいだには明確ではないがやや右下がり

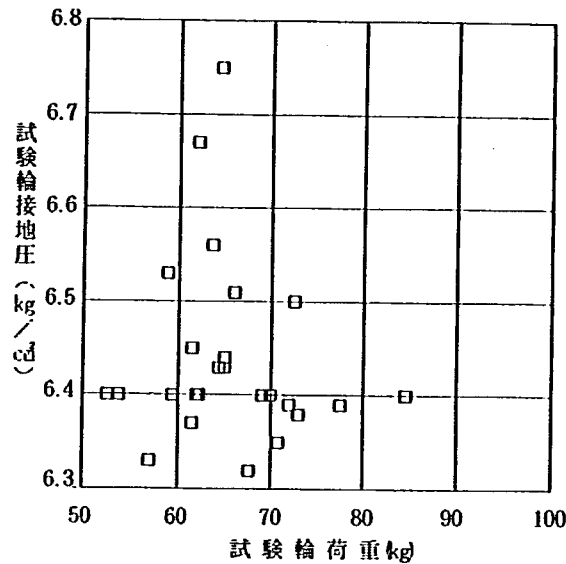


図-3.1 試験輪荷重と接地圧の関係

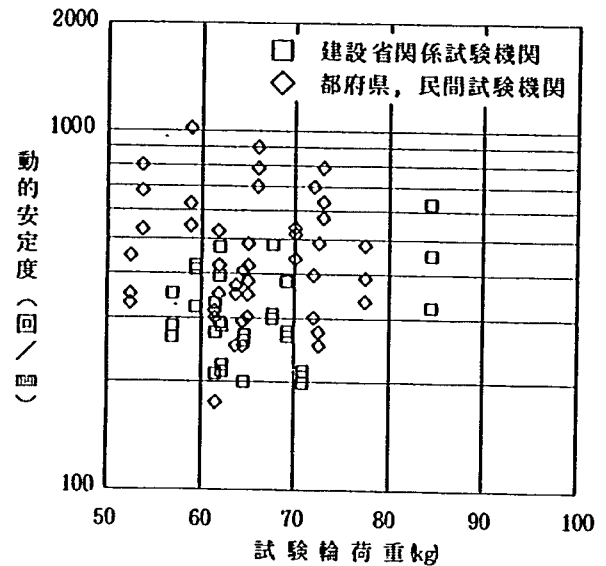


図-3.2 試験輪荷重と動的安定度の関係

の傾向があり、 $6.40 \pm 0.15 \text{ kg/cm}^2$ の規定を守ることの重要性がうかがわれる。

3.4 まとめ

- 1) 民間試験機関も含めた調査の結果WT試験機に関しては、ほぼ仕様を満足していることがわかった。
- 2) ドライミキシング、ウェットミキシング時間については、試験機関によって違いがあり、それらのDSに対する影響の有無について今後検討する必要がある。
- 3) 締固めの荷重や転圧回数については、試験機関ごとに違いがあり、DSへの影響が懸念される。
- 4) トラバースについては、民間15機関中4機関が実施しており、多くの試験機関では使用されていない。従って、配合試験段階でのトラバースについては、実施しないことに統一しても大きな問題はないと考えられる。
- 5) 建設省関係機関と民間機関のDSの値を比較すると、民間機関の方が大きくなっているが、統計的な手法によって検定を行った場合に有意差が見出されるほどの差ではない。
- 6) 各試験機関の間には、DSの値に関して有意差ありという判定結果が得られた。有意差を生じた原因としては、温度管理および試験輪の問題が挙げられる。
- 7) 試験輪の荷重とDSのあいだには、明確な関係は見出せなかった。

4. 昭和55年度ホイールトラッキング共通試験

4.1 調査目的

昭和53, 54年度のWT共通試験の結果, 同一の試験機関で作製された同一のアスコンによる供試体を用いた場合でも, 試験機関が異なることによって結果に差が生じることが明らかになった。そこで55年度は, この点について確認をするとともに, その原因を探るために共通試験を行うものとした。昭和55年度の共通試験には, 土木研究所舗装研究室, 関東, 中部, 近畿, 中国, 四国, 九州の各技術事務所が参加した。

4.2 調査方法

各地建技術事務所において, 耐流動用アスコンとして使用されている材料を用いて, 供試体を21枚ずつ作製し, 各3枚を他の技術事務所に送付してクロスチェックを行う。供試体の作製機関は, 関東, 中部, 近畿, 中国, 四国, 九州の各事務所の6機関, 試験機関はそれらに土研の舗装研究室を加えた7機関とした。

供試体の作製に用いたアスコンの配合に関するデータを表-4.1に示す。

表-4.1 混合物の配合設計

地 建 名	関 東	中 部	近 畿	中 国	四 国	九 州
粒 度	密 粒 (20)	密 粒 G (20)	密 粒 (13)	密 粒 (20)	密 粒 G (13)	粗 粒 (20)
アスファルトの種 類	ストアス40/60 日 石	プレミアム60/80 シェ ル	ストアス60/80 富 士	ストアス60/80 日 石	ストアス60/80 三 菱	ストアス60/80 日 石
添 加 物	—	プレミアム	—	—	ローデックス 0.26%	ゴム 0.5%
アスファルト量(%)	5.0	4.9	5.4	5.2	4.84	4.3
マ ー シ ャ ル 試 験 結 果	密度(g/cm ³)	2.463	2.354	2.363	2.338	2.356
	空隙率(%)	3.9	4.1	4.3	4.2	4.8
	飽和度(%)	75.4	73.3	74.3	73.8	68.8
	VMA(%)	15.7	15.5	16.7	16.0	15.4
	安定度(kg)	1,030	1,630	914	1,232	1,120
	フロー (1/100cm)	42	32	26	27	32
	S/F	24.5	50.9	35.2	45.6	35.0
合 成 粒 度	25	100	100	—	100	—
	20	99.8	97.7	100	99.0	100
	13	83.2	79.0	99.3	81.5	96.1
	5	56.9	39.0	62.9	55.1	38.9
	2.5	38.8	30.3	38.9	42.7	34.4
	0.6	23.9	22.2	24.8	23.3	23.7
	0.3	18.2	8.7	15.0	12.6	16.5
	0.15	9.2	6.2	7.5	8.4	6.6
	0.074	6.2	5.0	4.5	6.5	5.0

4.3 調査結果

WT試験の結果を表-4.2に示す。3枚の供試体の間の変動係数は、5.4～65.2%の範囲であり、20%を超えるものは、6機関×7機関=42通りの組み合わせのうち19組となっている。これらはすべて他の2つの試験値に比べて飛び抜けて値の異なる異常値が1つ現われているためであり、1つのアスコンに対するWT試験の回数が3個で十分であったかという点については、疑問が残るところである。これらのばらつきがWT試験において避け難いものであった場合（多くの土質関係の試験がそうであるように）、試験回数を増やしCBR試験のような棄却といった考え方を取り入れることが必要である。

表-4.2 ホイールトラッキング試験結果

試験	作製	関 東		中 部		近 畿		中 国		四 国		九 州	
		DS	変動係数	DS	変動係数	DS	変動係数	DS	変動係数	DS	変動係数	DS	変動係数
土 研	1	440	12.1%	4846	19.1%	1702	19.9%	1702	21.2%	3500	24.3%	7875	6.7%
	2	384		3315		1968		2100		5249		7000	
	3	346		3937		1312		1369		5727		7875	
	$\bar{x}$	390		4033		1661		1724		4825		7583	
関 東	1	353	17.7%	5250	27.0%	1909	10.2%	2100	29.7%	9000	14.4%	6300	6.0%
	2	473		3705		1575		1575		10500		7000	
	3	500		3150		1657		2863		7875		7000	
	$\bar{x}$	442		4035		1714		2179		9125		6767	
中 部	1	420	22.1%	4200	16.6%	1536	39.0%	1211	19.2%	4200	32.8%	7875	16.8%
	2	393		3705		2520		1615		5250		6300	
	3	583		3000		3500		1145		7875		5727	
	$\bar{x}$	465		3635		2519		1324		5775		6634	
近 畿	1	562	6.2%	*7875	43.3%	1312	19.1%	3150	10.2%	7875	17.3%	*10500	65.2%
	2	504		4500		1016		2625		7875		3315	
	3	562		3500		1500		3150		10500		4200	
	$\bar{x}$	543		5292		1276		2975		8750		6005	
中 国	1	362	10.3%	7000	43.5%	1852	6.6%	2625	15.4%	6300	5.4%	5250	22.9%
	2	362		2863		1909		2739		6300		3937	
	3	301		4500		2100		2032		5727		6300	
	$\bar{x}$	342		4788		1954		2465		6109		5162	
四 国	1	*692	26.1%	5250	23.0%	984	27.8%	1800	31.5%	7000	6.2%	5250	19.9%
	2	431		3705		1750		2520		6300		3500	
	3	477		3500		1400		1340		6300		4500	
	$\bar{x}$	533		4152		1378		1887		6533		4417	
九 州	1	500	10.7%	*7875	36.9%	1750	24.9%	1909	22.9%	6300	21.7%	7000	15.1%
	2	516		4200		2863		1852		9000		9000	
	3	420		4500		2739		2739		6300		7000	
	$\bar{x}$	479		5525		2451		2167		7200		7667	
全 体		456	20.9%	4494	32.6%	1850	33.5%	2103	30.1%	6903	26.7%	6319	29.0%

*は2σをはずれるもの

各試験機関の間の有意差について検討する。各技術事務所で作製された供試体について、それぞれ7つの試験機関でWT試験を行っている。そこでこれらを水準とする、一元配置の実験として分散分析を行った。結果を表-4.3に示す。6作製機関の供試体のうち3機関の供試体について、危険率5%で試験機関の有意差有りという結果が得られた。但し、危険率1%で有意差有りと判定された作製機関はなかった。

表-4.3 分散分析表(棄却前)

供試体作製 機 関		変 動	自 由 度	分 散	分 散 比	検 定	
						5%	1%
関 東	A	9.51×10^7	6	15.7×10	2.56	×	×
	E	8.67	14	6.19			
	T	18.2	20				
中 部	A	9.19×10^6	6	1.53×10^6	0.64	×	×
	E	33.6	14	2.40			
	T	42.8	20				
近 畿	A	4.28×10^6	6	7.13×10^5	2.94	○	×
	E	3.40	14	2.43			
	T	7.67	20				
中 国	A	5.09×10^6	6	8.50×10^5	4.09	○	×
	E	2.91	14	2.08			
	T	8.01	20				
四 国	A	4.43×10^7	6	7.40×10^6	4.43	○	×
	E	2.34	14	1.67			
	T	6.78	20				
九 州	A	2.63×10^7	6	4.38×10^6	1.50	×	×
	E	4.10	14	2.93			
	T	6.73	20				

$$F(6, 14, 0.05) = 2.85$$

$$F(6, 14, 0.01) = 4.46$$

全体として一定の傾向が得られなかったので、各作製機関の21個の供試体について、平均値と標準偏差を求め、平均値に対して $\pm 2\sigma$ をはずれたものは異常値として棄却し、再度検定を行った。結果を表-4.4および図-4.1に示す。

表 - 4.4 分散分析表 (棄却後)

供試体作製 機 関		変 動	自 由 度	分 散	分 散 化	検 定	
						5%	1%
関 東	A	7.45×10^4	6	1.24×10^4	3.30	○	×
	E	4.89	13	0.376			
	T	12.3	19				
中 部	A	2.21×10^6	6	3.69×10^5	0.29	×	×
	E	15.3	12	12.8			
	T	17.6	18				
近 畿	A	2.86×10^6	6	4.77×10^5	3.18	○	×
	E	1.95	13	1.50			
	T	4.82	19				
中 国	A	5.10×10^6	6	8.50×10^5	4.09	○	×
	E	2.91	14	2.08			
	T	8.01	20				
四 国	A	4.43×10^7	6	7.40×10^6	4.43	○	×
	E	2.34	14	1.67			
	T	6.78	20				
九 州	A	3.83×10^7	6	6.38×10^7	7.74	○	○
	E	1.07	13	0.824			
	T	4.90	19				

$$F(6, 12, 0.05) = 3.00$$

$$F(6, 13, 0.05) = 2.92$$

$$F(6, 14, 0.05) = 2.85$$

$$F(6, 12, 0.01) = 4.82$$

$$F(6, 13, 0.01) = 4.62$$

$$F(6, 14, 0.01) = 4.46$$

再検定の結果、中部技術事務所で作製された供試体を除く5組が危険率5%で試験機関の間に有意差有りという結果が得られ、特に九州技術事務所の作製分については、危険率1%で有意差有りという結果になっている。しかし図-4.1上で異常値を示している事務所は、各作製機関ごとに異なっており、特定の技術事務所に問題があるとは言えない。供試体が均一条件で作製され、試験に関する規定も満足されていたとすると、差を生じた原因として3.で述べた車輪の問題の他に読み取り誤差が考えられる。WT試験の時間-変形曲線は、図-4.2の(1)のように考えられているが、実際は(2)や(3)のような形状になることがある。その場合の読み取り方法については詳細な規定はなされておらず、同一曲線に関する結果が違った値で報告される可能性がある。また、 $DS = 3,000$ (回/mm) の場合を考えると、 $d_{60} = d_{45} = 0.21$ mmとなり、WT試験の変形量測定の精度としては、限界付近にある。従ってDSで5,000と8,000の間に差があるというのはやや無理があり、DSの値にはある一定の上限値を設けてそれを超えたものについては、上限値以上としてとらえるのが適当と考えられる。

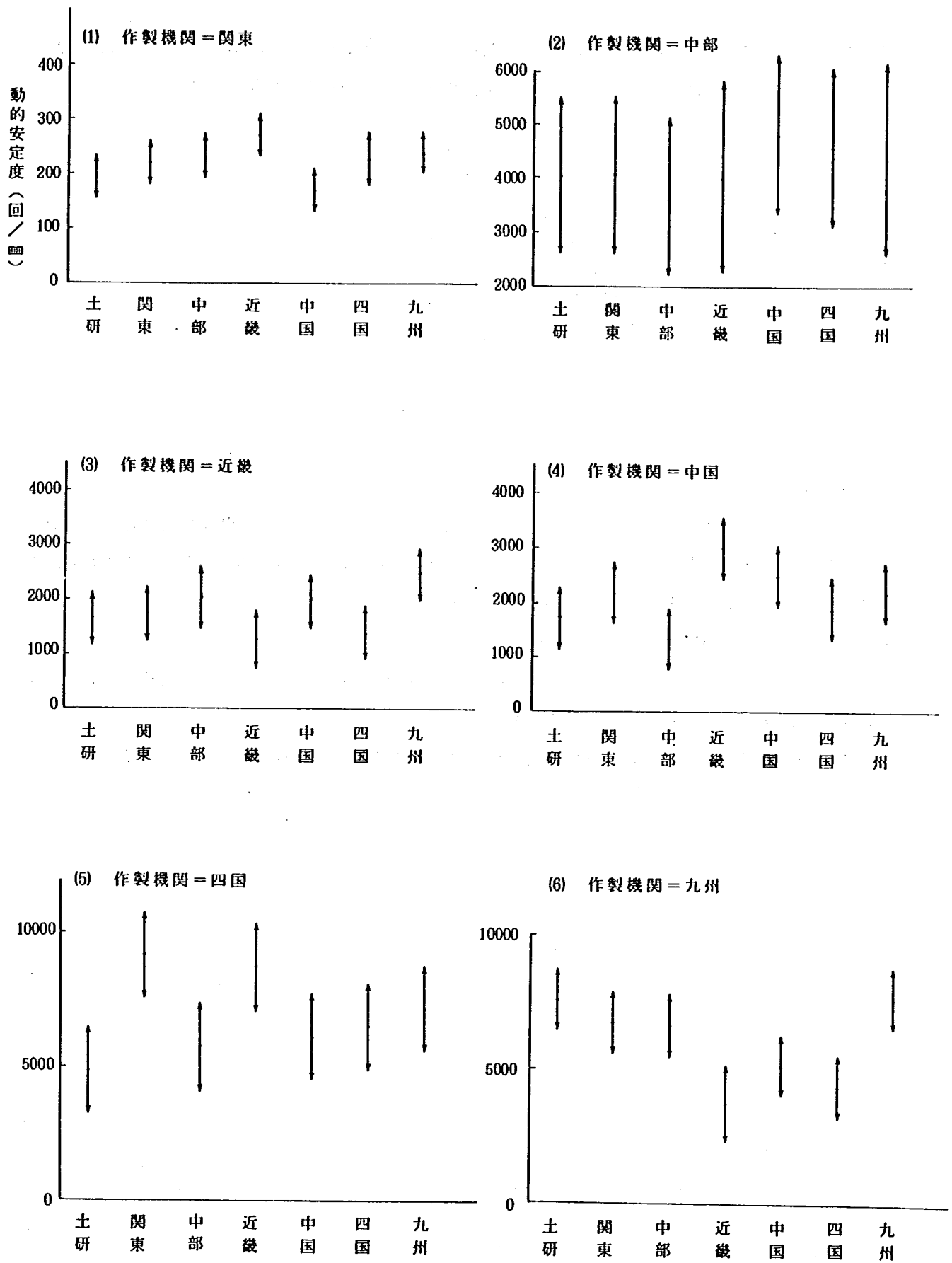


図 - 4.1 要因効果図

ストレートアスファルト（以下ストアス）と改質アスファルトの違いであるが、ゴム等を添加したアスコンについては確かにDSが向上しており、耐流動性に優れていることが推定できる。

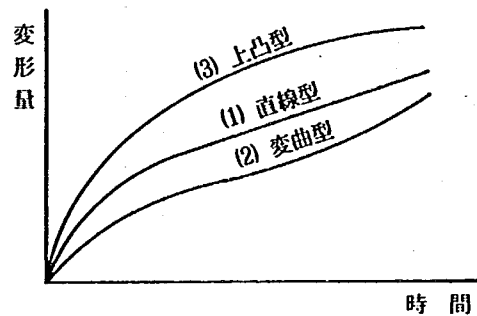


図-4.2 時間-変形量曲線図

4.4 まとめ

- 1) 同一の場所で作製された同一のアスコンによる供試体であっても、試験機関が異なることにより結果に差が生じる。その原因については、読み取り方法の違いと試験機の機械的な限界が考えられる。そのため、要綱に示されている以外の形状の、時間-変形量曲線の読み取り方法について統一的な方法を示すとともに、DSの限界値について指標を示す必要がある。
- 2) アスコンの流動性評価を行う場合の試験回数であるが、信頼できるデータを得るための試験回数を定め、棄却検定を行うことも検討する必要がある。
- 3) ゴム等の添加によりアスコンのDSは向上し、耐流動性に効果のあることが推定できる。

5. 昭和56年度ホイールトラッキング共通試験

5.1 調査目的

昭和53年度から3年間にわたり共通試験を実施してきたが、結果のばらつきの目標値である変動係数20%を達成できないケースが生じている。そこで昭和56年度は、WT試験における走行部分の骨材粒度やアスファルト量に着目し、それらとDSのばらつきとの関係について調査するものとした。調査には、土木研究所舗装研究室、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の各技術事務所が参加した。

5.2 調査方法

各試験機関で標準的に用いられている骨材を使用して、密粒(13)と密粒(20)の供試体を各6枚作製する。バインダーはストアス60/80を用い、アスファルト量は最適アスファルト量(OAC)とした。それらの供試体をWT試験にかけ、DSを測定する。トラッキング終了後供試体を図-5.1に示す位置で切断し、供試体A(走行部)および供試体B(非走行部)をそれぞれソックスレー抽出試験にかけてアスファルト量を測定する。抽出後の骨材をふるい分け、AおよびBの粒度を調べる。供試体の作製に用いたアスコンの配合関係データを表-5.1に示す。

5.3 調査結果

WT試験の結果を表-5.2に、抽出試験の結果を表-5.3に示す。

5.3.1 アスコンの配合特性とDSの関係

アスファルト量とDSの関係を図-5.2に示す。密粒(13)については明確な関係は見出せないが、密粒(20)については右下がりの傾向があり、アスファルト量を増すとDSが低下することがわかる。マーシャル安定度、 S/F (マーシャル安定度/フロー値)、砂・シルト比、2.5mm通過量とDSの間には関係が見出されず、マーシャル特性値をDSと関係づけることは困難であることがわかった。

5.3.2 供試体A、B間の粒度の差について

流動の進行とともに供試体の形状は変化するが、それをアスコン粒度の面からとらえてみる。表-5.3に示されている粒度は、各試験機関による密粒(13)と密粒(20)それぞれ6枚ずつの抽出ふるい分け結果の平均値を示している。またA-Bの欄には、A供試体の粒度とB供試体の粒度の差が示しており、正の値をとっているということは、Aの方がBより粒度的に細かいことを意味している。A-Bの値に注目すると、全体的に正の値をとっている箇所が多いことがわかる。トラッキング前の供試体では、骨材が供試体内に均等に分布していたとすると、トラッキングにより粗粒分が外側に移動し、その後にモルタル分が入りこんだことになる。従って、バインダーの改良や骨材粒度の改良で粗粒分の移動を抑制することで、耐流動性を改善できると考えられる。

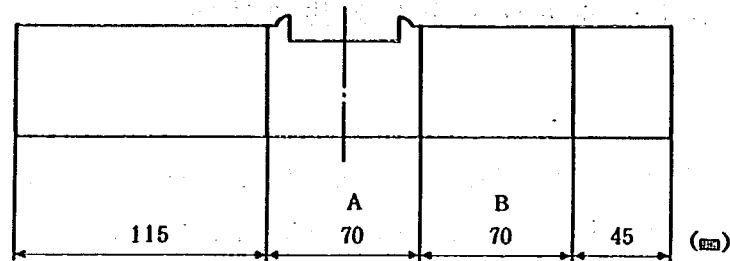


図 - 5.1 供試体切断位置

表 - 5.1 配合設計

(1) 密粒度アスコン (13)

地 建 名		土 研	関 東	中 部	近 畿	中 国	四 国	九 州
バインダー		ストレートアスファルト 60/80						
アスファルト量		5.7 %	5.0	5.6	5.5	5.5	5.9	5.6
マー シ ャ ル 試 験 結 果	密 度	2.355 g/cm ³	2.389	2.356	2.379	2.386	2.356	2.536
	空 隙 率	4.0 %	3.5	3.9	3.7	4.3	4.0	4.2
	飽 和 度	76.5 %	76.9	76.8	77.4	74.7	77.0	77.0
	V M A	17.0 %	15.0	16.7	16.4	17.0	17.4	18.5
	安 定 度	1,150 kg	957	1,574	1,000	1,222	1,340	1,120
	フ ロー 値	31	21	22	26	32	33	30
	S/F	37.1	45.57	71.5	38.5	38.2	40.6	37.3
合 成 粒 度	25	—	—	—	—	—	—	—
	20	100	100	100	100	100	100	100
	13	98.5	99.2	100	99.1	99.0	97.7	99.8
	5	63.7	65.7	62.5	62.4	63.1	61.1	64.4
	2.5	43.2	40.3	42.5	40.8	42.5	42.3	42.3
	0.6	22.6	26.4	24.0	25.4	27.3	25.6	23.7
	0.3	16.3	14.8	15.5	15.0	13.5	15.7	15.8
	0.15	9.0	9.2	11.0	8.2	8.2	7.5	7.6
	0.074	6.5	6.2	6.0	5.9	6.7	5.8	6.1

(2)密粒度アスコン (20)

地 建 名		土 研	関 東	中 部	近 畿	中 国	四 国	九 州
バインダー		ストレートアスファルト 60/80						
アスファルト量		5.2 %	5.0	5.3	5.3	5.1	5.7	5.0
マー シ ャ ル 試 験 結 果	密 度	2.377 g/cm ³	2.397	2.370	2.386	2.418	2.365	2.586
	空 隙 率	3.9 %	3.3	3.7	3.8	3.7	4.0	3.7
	飽 和 度	75.3 %	78.0	76.5	76.4	76.4	76.3	78.0
	V M A	15.9 %	14.9	15.9	16.1	15.7	16.9	16.6
	安 定 度	1,270 kg	963	1,571	930	1,312	1,320	1,370
	フ ロー 値	36.5	25	23	27	36	35	30
	S/F	34.8	38.52	68.3	34.4	36.4	37.7	45.7
合 成 粒 度	25	100	100	100	100	100	100	100
	20	99.5	99.2	100	98.8	97.6	98.5	99.1
	13	82.1	82.3	82.5	81.9	79.0	82.8	82.4
	5	55.7	55.8	55.0	55.1	52.4	55.3	55.3
	2.5	40.8	39.0	42.5	39.5	39.4	41.6	39.6
	0.6	22.0	25.4	24.0	26.4	25.6	25.5	22.7
	0.3	15.6	12.5	15.0	15.6	14.1	15.7	15.1
	0.15	9.0	8.0	11.0	8.3	8.2	7.5	7.1
	0.074	6.6	5.3	6.0	5.7	6.8	5.8	5.8

表-5.2 ホイールトラッキング試験結果

(I) 密粒度アスコン (13)

地 建	密 度 (g/cm ³)	基準密度 (g/cm ³)	締 固 度 (%)	d ₀ (mm)	変 位 計 (mm)			DS (回/mm)	平均DS 変動係数
					d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀		
土 研	2.344	2.355	99.5	2.29	3.71	4.82	5.95	558	628 12.8%
	2.355	"	100.0	1.50	3.95	5.58	6.46	716	
	2.352	"	99.9	1.44	3.66	4.78	5.88	573	
	2.350	"	99.8	1.46	3.49	4.49	5.52	612	
	2.344	"	99.5	0.94	3.21	4.31	5.42	568	
	2.348	"	99.7	1.23	2.96	3.83	4.68	741	
関 東	2.392	2.389	100.1	2.12	3.26	3.95	4.56	1,033	1,127 11.3%
	2.391	"	100.1	1.87	2.83	3.40	3.91	1,235	
	2.397	"	100.3	2.09	2.90	3.53	4.01	1,313	
	2.389	"	100.0	2.18	3.21	3.83	4.38	1,145	
	2.397	"	100.3	2.01	3.14	3.81	4.41	1,050	
	2.386	"	99.9	2.47	3.76	4.39	5.03	984	
中 部	2.337	2.356	99.2	2.95	6.05	7.75	9.45	371	627 32.0%
	2.345	"	99.5	3.15	5.05	6.20	7.20	630	
	2.345	"	99.5	2.35	3.90	4.60	5.30	899	
	2.354	"	99.9	2.90	5.70	7.35	8.85	420	
	2.344	"	99.5	2.30	4.05	4.95	5.85	700	
	2.342	"	99.4	2.60	4.30	5.10	5.95	741	
近 畿	2.393	2.379	100.6	1.54	2.66	3.28	3.84	1,126	1,251 13.3%
	2.393	"	100.6	1.50	2.56	3.08	3.60	1,210	
	2.390	"	100.5	1.71	2.50	2.96	3.36	1,573	
	2.389	"	100.4	2.63	3.50	4.14	4.64	1,261	
	2.388	"	100.4	1.70	2.72	3.30	3.82	1,210	
	2.389	"	100.4	2.00	3.02	3.66	4.22	1,126	
中 国	2.377	2.380	99.9	0.82	1.10	1.26	1.40	4,500	3,860 11.5%
	2.389	"	100.4	1.27	1.55	1.78	1.94	3,938	
	2.383	"	100.1	1.03	1.30	1.57	1.76	3,316	
	2.376	"	99.8	1.18	1.57	1.80	1.96	3,500	
	2.382	"	100.1	0.95	1.34	1.43	1.58	4,200	
	2.382	"	100.1	0.84	1.08	1.31	1.48	3,706	
四 国	2.338	2.356	99.2	1.34	1.96	2.30	2.62	1,969	1,485 21.4%
	2.355	"	100.0	2.92	3.60	4.00	4.36	1,750	
	2.358	"	100.2	2.56	3.50	4.18	4.72	1,167	
	2.361	"	99.8	2.61	2.61	3.02	3.46	1,432	
	2.351	"	100.1	1.83	2.80	3.42	3.95	1,189	
	2.358	"	100.8	1.70	2.57	3.05	3.50	1,400	
九 州	2.516	2.538	99.1	1.03	1.37	1.57	1.74	3,706	3,703 18.4%
	2.514	"	99.1	1.12	1.37	1.56	1.70	4,500	
	2.563	"	101.0	1.01	1.37	1.56	1.74	3,500	
	2.533	"	99.8	1.03	1.43	1.72	1.94	2,864	
	2.567	"	101.1	0.95	1.34	1.54	1.74	3,150	
	2.559	"	100.8	1.05	1.27	1.49	1.63	4,500	

(2) 密粒度アスコン (20)

地 建	密 度 (g/cm ³)	基準密度 (g/cm ³)	締 固 度 (%)	d ₀ (mm)	変 位 計 (mm)			DS (回/mm)	平均DS 変動係数
					d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀		
土 研	2.387	2.377	100.4	1.26	2.79	3.55	4.31	829	1,110 27.3%
	2.388	"	100.5	0.94	2.51	3.32	4.10	808	
	2.383	"	100.3	1.72	2.75	3.33	3.86	1,189	
	2.393	"	100.7	1.46	2.26	2.72	3.13	1,537	
	2.399	"	100.9	1.44	2.80	3.49	4.17	929	
	2.387	"	100.4	1.40	2.33	2.82	3.28	1,370	
関 東	2.398	2.397	100.0	2.40	4.43	5.85	7.00	548	735 37.2%
	2.395	"	99.9	1.08	3.14	4.11	5.12	624	
	2.395	"	99.9	1.64	3.42	4.43	5.36	677	
	2.388	"	99.6	1.49	2.41	2.96	3.45	1,286	
	2.394	"	99.9	1.38	3.37	4.38	5.38	630	
	2.392	"	99.8	2.46	4.18	5.40	6.38	643	
中 部	2.362	2.370	99.7	3.35	6.20	8.55	10.30	360	707 46.7%
	2.357	"	99.5	3.10	4.10	4.85	5.45	1,050	
	2.363	"	99.7	2.40	4.10	4.90	5.75	741	
	2.367	"	99.9	2.50	5.45	7.00	8.50	420	
	2.363	"	99.7	3.20	5.55	6.75	7.95	525	
	2.355	"	99.4	2.24	3.40	4.00	4.55	1,144	
近 畿	2.407	2.386	100.9	1.60	2.26	2.68	3.02	1,850	1,615 23.0%
	2.426	"	101.7	2.00	3.20	3.88	4.40	1,050	
	2.416	"	101.3	2.18	2.68	3.20	3.56	1,750	
	2.423	"	101.6	2.87	3.60	4.20	4.66	1,368	
	2.417	"	101.3	1.40	2.00	2.26	2.56	2,100	
	2.417	"	101.3	2.02	2.78	3.20	3.60	1,573	
中 国	2.436	2.415	100.8	0.70	2.05	2.70	3.35	969	1,482 51.1%
	2.430	"	100.6	1.46	1.90	2.18	2.42	2,625	
	2.410	"	99.8	1.58	2.28	2.65	3.00	1,800	
	2.403	"	99.5	1.50	2.15	2.50	2.83	1,909	
	2.420	"	100.2	1.89	3.18	3.81	4.46	969	
	2.416	"	100.0	1.48	3.50	4.53	5.55	617	
四 国	2.349	2.365	99.3	1.78	2.80	3.37	3.90	1,189	1,217 15.5%
	2.364	"	100.0	2.17	3.17	3.73	4.25	1,212	
	2.360	"	99.8	2.22	3.04	3.57	4.02	1,400	
	2.350	"	99.4	1.54	2.70	3.46	4.10	984	
	2.348	"	99.3	2.36	3.16	3.65	4.08	1,465	
	2.368	"	100.1	2.10	3.20	3.90	4.50	1,050	
九 州	2.601	2.587	100.5	1.27	1.45	1.63	1.75	5,250	4,649 14.7%
	2.617	"	101.2	1.22	1.35	1.55	1.67	5,250	
	2.598	"	100.4	0.88	1.12	1.30	1.43	4,846	
	2.602	"	100.6	1.36	1.63	1.89	2.07	3,500	
	2.620	"	101.3	1.03	1.32	1.50	1.65	4,200	
	2.606	"	100.7	1.28	1.43	1.63	1.76	4,846	

表-5.3 抽出ふるい分け試験結果

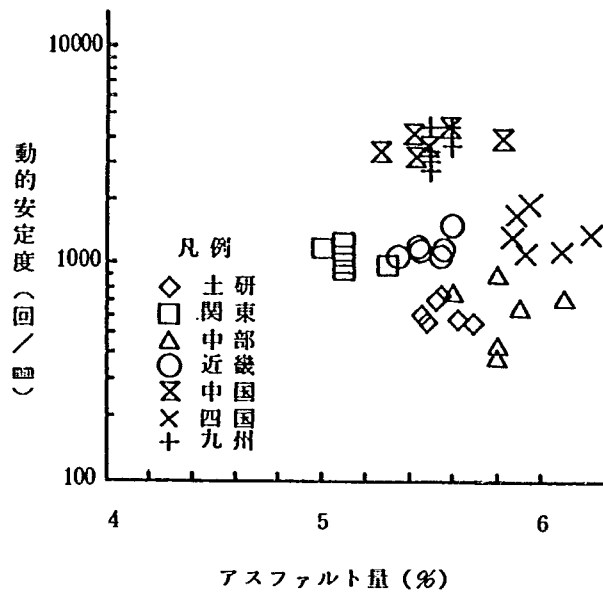
(1) 密粒度アスコン (13)

地 建	項 目	ふるい通過量(%)									アス量(%)
		25	20	13	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074	
土 研	設 計	—	100	98.5	63.7	43.2	22.6	16.3	9.0	6.3	5.7
	A 部	—	100	98.4	65.6	44.6	23.2	16.3	9.6	6.8	5.56
	B 部	—	100	98.8	66.9	44.4	23.1	16.1	9.5	6.7	5.58
	A - B	—	0.0	-0.4	-1.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	-0.02
関 東	設 計	—	100	99.2	65.7	40.3	26.4	14.8	9.2	6.2	5.0
	A 部	—	100	99.3	66.1	41.5	26.9	16.8	10.3	8.4	5.12
	B 部	—	100	98.9	64.7	40.6	26.6	16.5	10.1	8.2	5.13
	A - B	—	0.0	0.4	1.4	0.9	0.3	0.3	0.2	0.2	-0.01
中 部	設 計	—	—	100.0	62.5	42.5	24.0	15.5	11.0	6.0	5.6
	A 部	—	100	99.0	63.0	43.8	27.5	19.2	14.7	10.0	5.83
	B 部	—	100	99.3	63.8	44.1	27.5	19.2	14.6	10.1	5.9
	A - B	—	0.0	0.3	-0.8	-0.3	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.07
近 畿	設 計	—	100	99.1	62.4	40.8	25.4	15.0	8.2	5.9	5.5
	A 部	—	100	98.2	66.3	42.1	25.2	18.1	9.2	6.5	5.49
	B 部	—	100	98.3	66.3	41.8	25.1	17.7	8.7	6.3	5.52
	A - B	—	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	0.4	0.5	0.2	-0.03
中 国	設 計	—	100	99.0	63.1	42.5	27.3	13.5	8.2	6.7	5.5
	A 部	—	100	99.9	69.2	45.2	30.0	18.2	9.6	6.8	5.5
	B 部	—	100	99.9	69.6	45.6	30.2	18.3	9.5	6.8	5.35
	A - B	—	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	0.1	0.0	0.15
四 国	設 計	—	100	97.7	61.1	42.3	25.6	15.7	7.5	5.8	5.9
	A 部	—	100	99.3	64.6	44.4	27.2	19.0	10.1	7.2	5.99
	B 部	—	100	99.4	63.5	44.0	26.9	18.5	9.9	7.0	5.89
	A - B	—	0.0	-0.1	1.1	0.4	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1
九 州	設 計	—	100	99.8	64.4	42.3	23.7	15.8	7.6	6.1	5.6
	A 部	—	100	99.5	65.4	45.3	20.7	14.5	10.3	8.2	5.53
	B 部	—	100	99.2	62.4	42.9	19.6	13.7	9.8	8.1	5.45
	A - B	—	0.0	0.3	3.0	2.4	1.1	0.8	0.5	0.1	0.08

(2) 密粒度アスコン (20)

地 建	項 目	ふるい通過量(%)									アス量(%)
		25	20	13	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074	
土 研	設 計	100	99.5	82.1	55.7	40.8	22.0	15.6	9.0	6.6	5.2
	A 部	100	99.4	85.8	57.2	42.1	23.0	15.9	9.7	7.1	5.10
	B 部	100	99.7	87.0	57.3	42.1	22.9	15.6	9.6	7.0	5.09
	A - B	0.0	- 0.3	- 1.2	- 0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1	0.01
関 東	設 計	100	99.2	82.3	55.8	39.0	25.4	12.5	8.0	5.3	5.0
	A 部	100	99.6	87.4	58.5	40.5	25.9	14.2	9.4	7.8	5.18
	B 部	100	99.5	82.7	57.0	39.3	25.3	13.9	9.3	7.5	5.02
	A - B	0.0	0.1	4.7	1.5	1.2	0.6	0.3	0.1	0.3	0.16
中 部	設 計	100	100	82.5	55.0	42.5	24.0	15.5	11.0	6.0	5.3
	A 部	100	100	83.8	55.6	43.5	27.4	19.1	14.6	10.1	5.50
	B 部	100	100	83.2	55.9	43.4	27.3	19.0	14.4	9.9	5.45
	A - B	0.0	0.0	0.6	- 0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.05
近 畿	設 計	100	98.8	81.9	55.1	39.5	26.4	15.6	8.3	5.7	5.3
	A 部	100	98.9	83.8	59.8	39.3	25.8	18.3	9.4	6.5	5.23
	B 部	100	98.4	83.7	55.0	39.5	25.9	18.3	9.3	6.5	5.21
	A - B	0.0	0.5	0.1	4.8	- 0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.02
中 国	設 計	100	97.6	79.0	52.4	39.4	25.6	14.1	8.2	6.8	5.1
	A 部	100	98.0	83.3	56.5	41.9	30.1	19.8	10.5	7.9	5.33
	B 部	100	97.6	79.3	54.1	39.2	28.3	18.9	9.8	7.1	5.03
	A - B	0.0	0.4	4.0	2.4	2.7	1.8	0.9	0.7	0.8	0.3
四 国	設 計	100	98.5	82.8	55.3	41.6	25.5	15.7	7.5	5.8	5.7
	A 部	100	97.4	84.8	57.2	42.9	26.6	17.6	9.6	6.9	5.80
	B 部	100	99.2	85.7	57.5	44.9	26.7	17.7	9.5	6.8	5.75
	A - B	0.0	- 1.8	- 0.9	- 0.3	- 2.0	- 0.1	- 0.1	0.1	0.1	0.05
九 州	設 計	100	99.1	82.4	55.3	39.6	22.7	15.1	7.1	5.8	5.0
	A 部	100	99.4	81.4	54.7	41.4	19.6	13.4	9.6	7.7	4.90
	B 部	100	99.3	82.2	53.9	40.4	18.9	13.0	9.3	7.3	4.88
	A - B	0.0	0.1	0.8	0.8	1.0	0.7	0.4	0.3	0.4	0.02

(1) 密粒度アスコン (13)



(2) 密粒度アスコン (20)

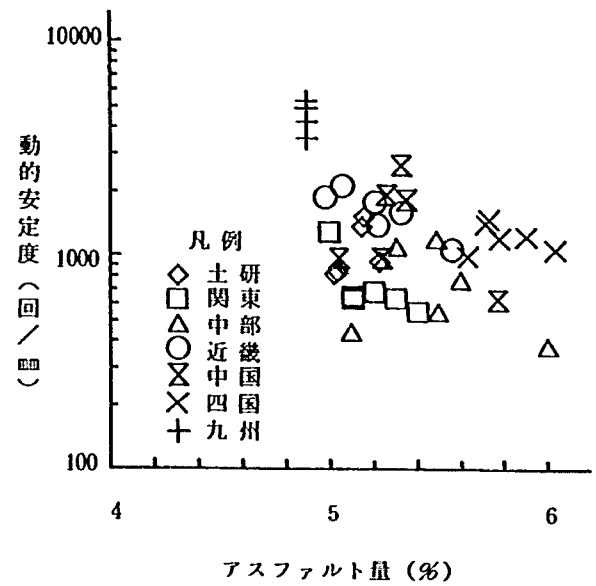


図-5.2 動的安定度とアスファルト量の関係

5.4 まとめ

- 1) アスファルト量が多くなるとDSが低下する傾向があり、耐流動性のあるアスコンとするためには、アスファルト量を減らした方がよいと考えられる。
- 2) マーシャル特性値（安定度、空隙率等）や骨材粒度とDSの間には明確な関係は見出せない。
- 3) トラッキング後の供試体の走行部分と非走行部分では、前者の方が粒度的に細くなっており、流動現象を粗粒分の移動でとらえることができる。従って、バインダーや配合粒度の改良で粗粒分の移動を抑制することにより、アスコンの耐流動性を高めることが可能と考えられる。

6. 昭和57年度ホイールトラッキング共通試験

6.1 調査目的

昭和53, 54, 55年度の共通試験において同一の供試体（材料, 配合, 作製場所が同じ）を用いて試験を行った場合でも, 試験機関の間に差を生じていることがわかった。一方, 53, 54年度の調査の結果, 試験機の仕様はほぼ満足されていることが確認されている。そこで57年度は, その原因を供試体の作製過程に求め, 作製時の条件の違いがDSに影響をあたえるかどうかについて検討するものとした。調査には, 土木研究所舗装研究室, 関東, 中部, 近畿, 中国, 四国, 九州の各技術事務所が参加した。

6.2 調査方法

6.2.1 試験機に関する調査

昭和53年度の試験において, 試験機に関する調査を実施したが, その後機械の更新等があったため, 新たに調査を実施した。

6.2.2 供試体作製時の温度管理に関する試験（試験1, 関東, 中部）

アスファルトの動粘度より定まる最適混合温度 T_1 と最適締固め温度 T_2 に対して, 高低2つの場合を考え (T_1+10 , T_2+10), (T_1 , T_2), (T_1-10 , T_2-10) (°C) の3つの組み合わせで混合, 締固めを行い, 供試体を作製する。それらの供試体を用いてWT試験を実施する。各水準の繰返し数は5回とし, 合計15回の試験を行う。

6.2.3 ウェットミキシング時間に関する調査（試験2, 近畿, 中国）

混合時の骨材のアスファルトによる被覆状態及び混合時の温度低下の影響について調査するため, 各試験機関でミキサーの能力に応じて設定している標準的なウェットミキシング時間 t に対し長短2つの場合を考え, $t-30$, t , $t+30$ (秒) の3水準で供試体を作製して, WT試験を実施する。各水準の繰返し数は5回とし, 合計15回の試験を行う。なおドライミキシング時間は一定とする。

6.2.4 締固め手順に関する調査（試験3, 四国, 九州）

技術事務所より, 供試体を作製する際にアスコンの型枠への投入を2度に分けると密度のばらつきが小さくなったという報告があった。密度のばらつきが小さいということは, 供試体が常に同一の締固め性状になっているということになり, 試験実施上望ましいことといえる。そこで締固め手順による影響を調査することにした。

締固め手順は, アスコンの全量を一度に型枠にあげコンパクタで転圧する一層式と, アスコンの半量を型枠にあげ軽くハンドタンバで締固めた後残り半量を入れコンパクタで転圧する二層式の2種類とする。各水準の繰返し数は5回とし, 合計10回の試験を行う。

6.2.5 総合試験（試験4, 土木研究所舗装研究室）

6.2.2～4で述べたすべての要因を組み合わせた三元配置の実験を行う。試験条件は, 温度が3水準, ウェットミキシング時間が3水準, 締固め手順が2水準, 計 $3 \times 3 \times 2 = 18$ 通りの組み合わせで試験を行う。

供試体作製に用いるアスコンはすべて密粒（13）とし、骨材は各試験機関で標準的に使用されているものを用いる。またバインダーは、ストアス60/80とする。

各試験機関の配合を表－6.1に示す。

表－6.1 配合設計

地 建 名	土 研	関 東	中 部	近 畿	中 国	四 国	九 州
アスファルト量%	5.7	5.3	5.1	5.4	6.1	6.0	5.4
基準密度 g / cm ³	2.355	2.384	2.367	2.355	2.363	2.334	2.397
合 成 粒 度	20	100	100	100	100	100	100
	13	98.5	99.5	99.3	99.3	99.2	97.5
	5	63.7	61.6	61.2	63.1	62.5	62.7
	2.5	43.2	36.4	39.9	40.8	42.4	42.3
	0.6	22.6	26.5	20.7	25.9	26.6	26.4
	0.3	16.3	18.0	13.9	14.8	16.4	14.6
	0.15	9.0	10.7	9.9	7.7	7.6	8.4
	0.074	6.5	7.5	7.6	5.0	5.9	6.5

6.3 調査結果

6.3.1 試験機に関する調査

試験機に関する調査結果を表－6.2に示す。調査の結果、各技術事務所ともWT試験機に関する規定を満足していることがわかった。但し、載荷方式には実荷重を垂直に載荷するもの、てこによる方式、空気圧による3方式があった。また走行方式には、車輪移動と供試体移動の2種類、駆動方式にはチェーン式とクランク式の2種類があり、これらの機械の差による影響の有無について検討することが必要といえる。

6.3.2 試験1の結果

試験1の結果を表－6.3に示す。分散分析の結果、3つの水準の間には有意差が認められず、供試体作製時のアスコンの温度が10℃程度ばらついても、DSには影響を与えないことがわかった。通常のストレートアスファルトを用いた場合、アスファルトの温度－粘度関係より定められる最適混合温度、最適締固め温度の幅は6～8℃程度であり、この範囲に収まるように温度管理を行えば、DSのばらつきには影響ないといえる。

表 - 6.2 試験機に関する調査結果

(1) ホイルトラッキング試験機

地建名	型 式	載荷方式	購入年度	走行方式	駆動方式	走行速度	トラバース	輪直径	ゴム厚	ゴム硬度
土 研	ニッケン NKA-110B-S	空 気 圧	54	車輪移動	チェーン式	可 変	可	20cm	1.5cm	78
関 東	谷 藤 TR-350	垂 重 式	55	"	クランク式	"	"	"	"	"
中 部	ニッケン NKA-110A-C	"	54	"	"	"	"	"	"	"
近 畿	谷 藤 TR-332	"	54	"	"	固定 42回/分	"	"	"	79
中 国	谷 藤 TR-322	分銅 てこ載荷	48	供試体 移 動	"	"	不 可	"	"	78
四 国	谷 藤 TR-322	"	50	"	"	"	可	"	"	"
九 州	谷 藤 TR-332	垂重式	53	車輪移動	"	"	"	"	"	"

(2) コンパクト

地建名	型 式	載 荷 方 式	購 入 年 度	転 圧 面 幅	転圧面ヒーター	載 荷 能 力
土 研	—	油 圧	—	52 cm	有	kg/cm ² 14.7~63.4
関 東	協栄舎 —	分銅てこ載荷	50	36	無	13~32
中 部	谷 藤 TR-323	"	45	30	無	0~36.7
近 畿	谷 藤 TR-323	垂 重 式	56	30	有	3.3~36.6
中 国	谷 藤 TR-323	分銅てこ載荷	49	30	無	0~36.7
四 国	谷 藤 TR-3236	"	50	30	無	0~36.7
九 州	ニッケン NKA-105B	空 気 圧	55	37	無	0~37.5

(3) ミキサー

地建名	型 式	羽 の 枚 数	購 入 年 度	主軸の回転数	保温ヒーター	混 合 能 力
土 研	谷 藤 TA-381	2 枚	54	24 回/分	有	20kg/バッチ
関 東	協栄舎 —	2	50	66	"	15
中 部	谷 藤 TA-381	2	48	23	"	30
近 畿	谷 藤 TA-1381	2	56	30	"	30
中 国	谷 藤 TA-381	2	48	45	"	13
四 国	岩 田 A-55	2	50	57	"	15
九 州	丸 東 A-106L	4	47	15	"	15

表- 6.3 試験1の結果

(1) ホイールトラッキング試験結果

地 建	混合温 度℃	締固め 温度℃	密 度 (g/cm ³)	締固度 (%)	d ₀ (mm)	変 位 計 (mm)			DS (回/mm)	平均 D S 変動係数
						d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀		
関 東 技 術 事 務 所	144	133	2.361	99.0	1.92	2.85	3.48	4.00	1212	1296 12.1%
	"	"	2.364	99.2	1.96	2.82	3.34	3.80	1370	
	"	"	2.360	99.0	2.24	3.21	3.98	4.56	1086	
	"	"	2.368	99.3	1.43	2.30	2.87	3.35	1313	
	"	"	2.370	99.4	1.12	1.91	2.38	2.80	1500	
	154	143	2.377	99.7	1.31	1.95	2.42	2.79	1703	1359 18.8%
	"	"	2.368	99.3	1.59	2.45	2.97	3.43	1370	
	"	"	2.370	99.4	1.91	3.07	3.83	4.47	984	
	"	"	2.370	99.4	1.96	2.77	3.31	3.76	1400	
	"	"	2.361	99.0	1.51	2.41	2.92	3.39	1340	
	164	153	2.362	99.1	1.67	2.66	3.26	3.79	1189	1435 15.4%
	"	"	2.364	99.2	1.57	2.27	2.74	3.13	1615	
	"	"	2.371	99.5	1.64	2.56	3.20	3.72	1212	
	"	"	2.372	99.5	1.67	2.34	2.81	3.19	1658	
	"	"	2.364	99.2	1.67	2.43	2.93	3.35	1500	
中 部 技 術 事 務 所	148	136	2.365	99.9	2.40	3.50	4.20	4.80	1050	1412 19.0%
	"	134	2.362	99.8	1.73	2.56	3.02	3.45	1465	
	"	136	2.363	99.8	2.10	3.00	3.60	4.10	1260	
	"	136	2.389	100.9	2.12	2.81	3.26	3.64	1750	
	"	135	2.380	100.5	2.01	2.79	3.24	3.65	1537	
	158	145	2.350	99.3	3.01	4.11	4.84	5.45	1033	1444 30.0%
	"	146	2.357	99.6	2.90	3.77	4.40	4.90	1260	
	"	144	2.343	99.0	3.78	4.65	5.40	5.94	1167	
	"	146	2.366	100.0	1.90	2.50	2.80	3.10	2100	
	"	146	2.373	100.5	2.51	3.23	3.65	4.03	1658	
	168	156	2.345	99.1	1.76	2.46	2.90	3.28	1658	1685 8.2%
	"	156	2.364	99.9	2.10	2.80	3.15	3.50	1800	
	"	156	2.357	99.6	2.17	2.63	3.10	3.41	1703	
	"	156	2.357	99.6	1.71	2.47	3.00	3.43	1465	
	"	155	2.383	100.6	1.55	2.20	2.60	2.95	1800	

(2) 分散分析表

(a) 関東技術事務所

項 目	変 動	自由度	分 散	分散比	F (0.05)	F (0.01)
A	0.482×10^5	2	2.40×10^4	0.519	3.88	6.93
E	5.56	12	4.64			
T	6.04	14				

(b) 中部技術事務所

項 目	変 動	自由度	分 散	分散比	F (0.05)	F (0.01)
A	0.223×10^6	2	1.11×10^5	1.196	3.88	6.93
E	1.12	12	0.932			
T	1.34	14				

6.3.3 試験2の結果

試験2の結果を表-6.4に示す。分散分析の結果、3つの水準の間には有意差が認められず、ウェットミキシング時間はDSに影響を与えないことがわかった。ウェットミキシング時間は、目視によって十分混合すると考えられる混合時間を、ミキサーの能力に応じて設定すればよいと言える。また混合時間が長くなることによりアスコンの温度低下が心配されるが、試験を実施した試験機関では、ミキサーにオイルヒーターが取り付けられてあったためその影響は排除されている。アスコンの温度管理を的確に行うためには、ミキサーに保温装置を設けるのが望ましい。

表-6.4 試験2の結果

(1) ホイールトラッキング試験結果

地 建	ドライミキ シ ン グ 時間 (秒)	ウェット ミキシ ン グ 時間 (秒)	密 度 (g / cm ³)	締固度 (%)	d ₀ (mm)	変 位 計 (mm)			D S (回 / mm)	平均D S 変動係数
						d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀		
近 畿 技 術 事 務 所	20	50	2.353	99.7	1.32	1.88	2.20	2.50	2100	1850 19.7%
	"	"	2.347	99.7	1.38	1.90	2.20	2.48	2246	
	"	"	2.345	99.6	1.72	2.34	2.66	2.98	1972	
	"	"	2.353	99.9	2.38	2.40	3.58	4.00	1500	
	"	"	2.349	99.7	1.54	1.92	2.86	3.30	1433	
	"	80	2.359	100.2	1.36	1.92	2.24	2.56	1972	1784 9.9%
	"	"	2.351	99.8	1.42	2.26	2.72	3.14	1500	
	"	"	2.354	100.0	1.82	2.38	2.76	3.10	1850	
	"	"	2.351	99.8	1.76	2.26	2.70	3.04	1850	
	"	"	2.355	100.0	1.52	2.14	2.56	2.92	1750	
	"	110	2.357	100.1	1.42	1.86	2.22	2.50	2246	2097 15.9%
	"	"	2.356	100.0	1.30	1.80	2.08	2.36	2246	
	"	"	2.358	100.2	1.50	2.04	2.38	2.66	2246	
	"	"	2.362	100.3	1.90	2.32	2.76	3.04	2246	
	"	"	2.357	99.9	2.16	2.76	3.32	3.74	1500	
中 国 技 術 事 務 所	10	60	2.345	99.2	2.72	3.19	4.85	5.60	840	472 45.9%
	"	"	2.347	99.3	1.46	4.30	5.70	7.13	441	
	"	"	2.356	99.7	1.01	4.64	5.95	7.62	377	
	"	"	2.349	99.4	-0.50	4.20	6.40	8.72	271	
	"	"	2.351	99.5	1.20	4.57	6.12	7.59	429	
	"	90	2.361	99.9	2.30	4.25	5.29	6.35	594	470 18.1%
	"	"	2.368	100.2	2.30	4.90	6.62	8.04	444	
	"	"	2.360	99.9	2.54	5.06	6.30	7.55	504	
	"	"	2.368	100.2	0.65	4.32	5.73	7.45	366	
	"	"	2.363	100.0	2.55	5.12	6.92	8.35	441	
	"	120	2.375	100.5	1.25	3.70	4.99	6.25	500	427 19.1%
	"	"	2.374	100.5	1.23	4.60	6.45	8.17	366	
	"	"	2.372	100.4	0.26	4.60	5.97	7.96	316	
	"	"	2.384	100.9	2.25	4.89	6.20	7.51	481	
	"	"	2.375	100.9	0.90	3.62	4.87	6.20	474	

(2) 分散分析表

(a) 近畿技術事務所

項 目	変 動	自由度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	0.271×10^6	2	1.36×10^5	1.477	3.88	6.93
E	1.10	12	0.918			
T	1.37	14				

(b) 中国技術事務所

項 目	変 動	自由度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	0.0626×10^5	2	3129	0.155	3.88	6.93
E	2.43	12	20252			
T	2.49	14				

6.3.4 試験3の結果

試験3の結果を表-6.5に示す。分散分析の結果、2つの水準の間には有意差が認められず、アスコンの投入手順によってDSに差を生じないことがわかった。

一方、密度のばらつきの改善効果であるが、二層式の方が標準偏差が小さくなったという結果は得られていない。従って、一層式と二層式のいずれの方法を採用するかは、各試験機関の判断にまかせてよいと言える。

表- 6.5 試験 3 の結果

(1) ホイールトラッキング試験結果

地 建	締固め 方 法	密 度 (g / cm ³)	締固度 (%)	d ₀ (mm)	変 位 計 (mm)			DS (回/mm)	平均密度 標準偏差	平均DS 変動係数
					d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀			
四 国 技 術 事 務 所	1 層式	2.321	99.4	1.07	1.33	1.49	1.63	4500	2.325 3.19×10 ⁻³	3107 26.2%
	"	2.326	99.7	1.30	1.69	1.90	2.10	3150		
	"	2.323	99.5	0.91	1.40	1.66	1.91	2520		
	"	2.327	99.7	1.15	1.58	1.87	2.11	2625		
	"	2.329	99.8	0.88	1.34	1.57	1.80	2739		
	2 層式	2.331	99.9	1.06	1.35	1.55	1.72	3706	2.327 5.41×10 ⁻³	3252 11.9%
	"	2.328	99.7	1.22	1.60	1.85	2.06	3000		
	"	2.326	99.7	1.05	1.39	1.62	1.81	3316		
	"	2.319	99.4	1.58	1.95	2.27	2.50	2739		
	"	2.333	100.0	1.26	1.60	1.80	1.98	3500		
九 州 技 術 事 務 所	1 層式	2.397	99.9	1.08	1.80	2.18	2.53	1800	2.395 5.81×10 ⁻³	1844 9.4%
	"	2.394	99.8	1.05	1.65	2.06	2.40	1853		
	"	2.388	99.5	1.02	1.60	1.94	2.24	2100		
	"	2.394	99.8	0.94	1.69	2.08	2.47	1615		
	"	2.404	100.2	0.98	1.70	2.06	2.40	1853		
	2 層式	2.386	99.4	1.41	2.15	2.60	3.00	1575	2.391 8.44×10 ⁻³	1551 7.7%
	"	2.401	100.0	1.18	2.04	2.50	2.93	1465		
	"	2.397	99.9	1.20	1.99	2.47	2.89	1500		
	"	2.389	99.5	0.94	1.77	2.24	2.67	1465		
	"	2.380	99.2	0.86	1.57	1.92	2.28	1750		

(2) 分散分析表

(a) 四国技術事務所

項 目	変 動	自由度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	0.0528 × 10 ⁵	1	0.528 × 10 ⁵	0.130	5.32	11.26
E	3.25	8	4.07			
T	3.31	9				

(b) 九州技術事務所

項 目	変 動	自由度	分 散	分 散 比	F (0.05)	F (0.01)
A	2.15 × 10 ⁵	1	2.15 × 10 ⁵	9.678*	5.32	11.26
E	1.78	8	0.222			
T	3.93	9				

*危険5%で有意差あり

表-6.6 試験4の結果

混合温度 (°C)	締固温度 (°C)	ウェットミキシング時間 (秒)	締固め方法	密度 (g/cm ³)	締固度 (%)	d ₀ (mm)	変位計 (mm)			DS (回/mm)	平均DS 変動係数
							d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀		
163	151	90	1 層	2.335	99.2	0.429	1.110	1.446	1.781	1881	1577 17.9%
				2.337	99.2	0.451	1.386	1.877	2.354	1321	
				2.334	99.1	0.992	1.675	2.238	2.650	1329	
163	151	120	2 層	2.338	99.3	0.157	1.131	1.581	2.064	1304	1690 33.6%
				2.345	99.6	0.320	1.232	1.648	2.090	1425	
				2.343	99.5	0.496	1.026	1.315	1.584	2342	
163	151	150	1 層	2.340	99.4	0.488	1.331	1.766	2.214	1406	1451 3.5%
				2.333	99.1	0.216	1.099	1.470	1.888	1507	
				2.347	99.7	0.323	1.149	1.613	2.050	1441	
163	151	90	2 層	2.346	99.6	0.274	1.174	1.600	2.037	1442	1444 3.8%
				2.340	99.4	0.394	1.248	1.670	2.090	1500	
				2.344	99.5	0.133	1.080	1.502	1.955	1391	
163	151	120	1 層	2.341	99.4	1.099	1.837	2.394	2.824	1465	1313 11.5%
				2.353	99.9	0.371	1.326	1.821	2.301	1313	
				2.352	99.9	0.320	1.430	1.957	2.499	1162	
163	151	150	2 層	2.353	99.9	0.219	1.211	1.648	2.138	1286	1286 4.4%
				2.346	99.6	0.362	1.336	1.920	2.432	1230	
				2.346	99.6	0.461	1.362	1.851	2.320	1343	
153	141	90	1 層	2.334	99.1	0.125	0.982	1.405	1.826	1496	1700 13.6%
				2.368	100.6	0.064	0.762	1.021	1.344	1950	
				2.333	99.9	0.818	1.485	1.936	2.317	1653	
153	141	120	2 層	2.368	100.6	0.320	0.846	1.102	1.366	2386	2008 16.3%
				2.358	100.1	0.402	1.083	1.424	1.771	1816	
				2.351	99.8	0.354	1.034	1.376	1.722	1821	
153	141	150	1 層	2.354	100.0	0.563	1.067	1.352	1.618	2368	2337 2.6%
				2.354	100.0	0.274	0.845	1.133	1.411	2266	
				2.352	99.9	0.509	1.024	1.309	1.574	2377	

ドライミキシング時間は30秒

混合温度 (°C)	締固温度 (°C)	ウェットミキシング時間 (秒)	締固め方法	密度 (g/cm³)	締固度 %	d ₀ (mm)	変位計 (mm)			DS (回/mm)	平均DS 変動係数
							d ₃₀	d ₄₅	d ₆₀		
153	141	90	2 層	2.367	100.3	0.114	0.867	1.189	1.547	1760	2219 24.3%
				2.357	100.1	0.269	0.893	1.181	1.483	2086	
				2.366	100.5	0.246	0.710	0.928	1.152	2812	
153	141	120	1 層	2.371	100.7	0.182	0.741	0.934	1.206	2316	2495 29.3%
				2.354	100.0	0.421	1.083	1.426	1.763	1669	
				2.367	100.5	0.453	0.832	1.022	1.213	3298	
153	141	150	2 層	2.370	100.6	0.416	0.787	0.938	1.120	3462	2847 18.7%
				2.353	99.9	0.322	0.864	1.120	1.386	2540	
				2.366	100.5	0.459	0.960	1.208	1.456	2540	
143	131	90	1 層	2.377	100.9	0.240	0.587	0.798	0.982	3424	2844 22.7%
				2.373	100.8	0.192	0.768	1.067	1.360	2150	
				2.373	100.8	0.418	0.867	1.154	1.367	2958	
143	131	120	2 層	2.364	100.4	0.339	0.768	1.006	1.226	2864	2883 2.8%
				2.362	100.3	0.346	0.773	0.982	1.194	2972	
				2.364	100.4	0.314	0.800	0.976	1.200	2813	
143	131	150	1 層	2.363	100.8	0.475	0.909	1.178	1.413	2681	2453 19.5%
				2.374	100.3	0.260	0.704	0.931	1.158	2775	
				2.355	100.0	0.536	1.168	1.514	1.845	1903	
143	131	90	2 層	2.354	100.0	0.384	1.050	1.453	1.786	1795	2377 28.9%
				2.364	100.4	0.290	0.859	1.152	1.438	2203	
				2.374	100.8	0.398	0.800	1.002	1.203	3134	
143	131	120	1 層	2.364	100.4	0.269	0.595	0.725	0.875	4200	4886 33.8%
				2.376	100.9	0.474	0.803	0.997	1.168	3684	
				2.377	100.9	0.307	0.464	0.576	0.669	6774	
143	131	150	2 層	2.367	100.5	0.320	0.694	0.899	1.098	3166	2971 13.8%
				2.364	100.4	0.374	0.859	1.146	1.398	2500	
				2.372	100.7	0.328	0.694	0.894	1.088	3247	

ドライミキシング時間は30秒

表- 6. 7 試験4の分散分析結果

項 目	変 動	自由度	分 散	分散比	F (0.05)	F (0.01)
A	2.33×10^7	2	1.16×10^7	30.48 **	3.23	5.18
B	0.247	2	0.123	3.23 *	3.23	5.18
C	0.0294	1	0.0294	0.77	4.08	7.31
A * B	0.482	4	0.121	3.16 *	2.61	3.83
B * C	0.232	2	0.116	3.03	3.23	5.18
C * A	0.177	2	0.0880	2.30	3.23	5.18
E	1.53	40	0.0382			
T	5.02	53				

* 危険率5%で有意差あり

** " 1 "

6.3.5 試験4の結果

試験4の結果を表- 6. 6に分散分析の結果を表- 6. 7に示す。分散分析の結果、供試体作製時の混合温度、締固め温度の違いが危険率1%でDSに影響を与えるという結果が得られた。これは、試験1の結果と異なっている。そこで供試体作製時の状況について更に詳しく調査を行ったところ、試験1では温度にかかわらず転圧回数を一定としたのに対して、試験4ではアスコンの締固め易さを考慮して、低温では回数を多く、高温では回数を少なくしていたことがわかった。従って、この転圧回数の差が供試体性状の差を生じる原因になったものと推定できる。

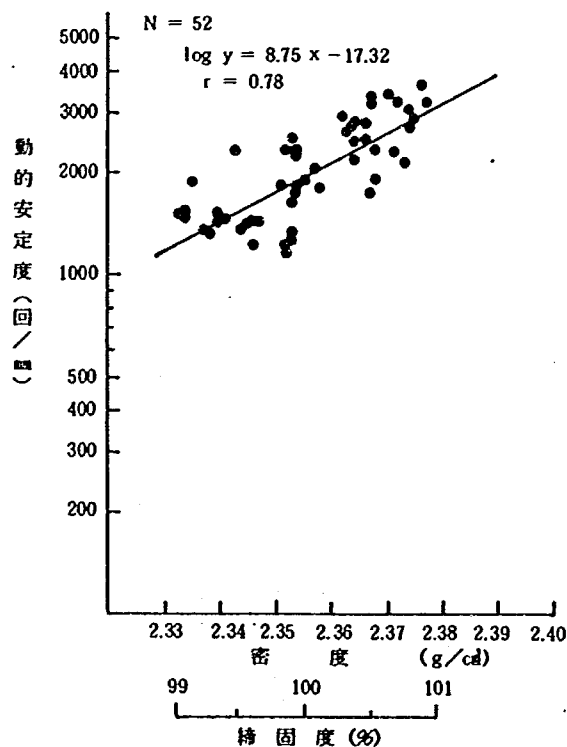


図- 6. 1 密度と動的安定度の関係 (土研)

転圧回数の違いによって差を生じる供試体性状としては、まず密度が考えられる。そこでDSと密度の関係を調べるため、両者を図上にプロットした。その結果を図-6.1に示す。DSと密度の間には明らかに正の相関があり、規定の締固め度を満足した供試体であっても、結果に差が生じることになる。従って、ばらつきを小さくする方法として、供試体密度によるDSの補正が考えられる。

6.4 ま と め

- 1) 試験機に関する調査の結果、WT試験機については各試験機関とも規定を満足していることがわかった。しかし、載荷方式、走行方式、駆動方式に違いがあり、これらの影響について調査する必要がある。
- 2) 供試体作製時のアスコンの温度管理は、混合温度、締固め温度について $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 程度ばらつきがあっても、結果に差を生じない。従って、現行の温度管理規定を守ればよいといえる。
- 3) ウェットミキシング時間の長短はDSに影響せず、ミキサーの能力に応じて、十分混合すると考えられる時間設定をすればよい。但し、混合時間が長くなった場合には、温度低下の影響が懸念されるため、ミキサーには適当な保温装置を設けるのが望ましい。
- 4) アスコンの型枠への投入手順（一層式、二層式）によって、試験結果に差は生じない。従って、この点については各試験機関の判断によってよい。なお二層式による密度のばらつきの改善効果は認められない。
- 5) 供試体の密度とDSのあいだには正の相関があり、DSのばらつきを小さくするためには、密度によって補正する方法が考えられる。

7. 昭和58年度ホイールトラッキング共通試験

7.1 調査目的

昭和57年度の共通試験の結果、供試体の密度とDSの間に関係が見出された。そこで密度に影響を与えられると考えられる、コンパクタの線圧および転圧回数、トラバースに着目して、それらがDSにあたえる影響について調査を行うものとした。また、58年度は本調査の最終年度に当たるため、残された課題として、試験機の走行方式の違いに関する調査、ゴム車輪に関する調査、試供体製作方法の実態調査もあわせて実施するものとした。この調査には、土木研究所舗装研究室、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州の各技術事務所が参加した。

7.2 調査方法

7.2.1 コンパクタの転圧回数に着目した試験（試験1 四国、九州）

コンパクタの線圧を一定にしておいて、標準的な転圧回数（各技術事務所で標準的に使用している線圧において、供試体の締固度を99～101%にするため必要な転圧回数）に対して、+側2水準、-側2水準の計5水準を設定して供試体を作製し、WT試験を実施する。転圧回数の定義は、片道を1回とした。アスコンは密粒（13）、バインダーはストアス60/80を使用した。

7.2.2 コンパクタの線圧に着目した試験（試験2 近畿、中国）

コンパクタの転圧回数を一定にしておいて、標準的な線圧（各技術事務所で標準的に使用している転圧回数において、供試体の締固度を99%～101%にするために必要な線圧）に対して、+側2水準、-側2水準の計5水準を設定して供試体を作製し、WT試験を実施する。アスコンは密粒（13）、バインダーはストアス60/80を使用した。

7.2.3 トラバースの影響に着目した試験（試験3 近畿、中国、四国、九州）

WT試験の規定密度の範囲（99～101%）にある供試体を10枚、転圧回数を減らすことにより密度の足りない供試体を10枚作製する。それぞれの供試体の内5枚について一定時間のトラバースをかける。以上の4種類の供試体についてWT試験を実施する。アスコンは密粒（13）、バインダーはストアス60/80を使用した。

7.2.4 WT試験機の違いに着目した試験（試験4 土研、関東、北陸、中部）

土研、関東、中部の各試験機関において密粒（13）の供試体を20枚、細粒（13）の供試体を20枚、計40枚の供試体を作製し、各5枚ずつを試験実施機関に送付してWT試験を実施する。供試体は、土研において準備した同一の骨材およびバインダー（ストアス60/80）を用いた同一の配合で作製した。

7.2.5 ゴム車輪の硬度に関する調査（試験5 土研、関東、中部、近畿、中国、四国、九州）

ゴム車輪に90°ごとに4箇所の測定点を設定し、温度を一定値に保った恒温室に入れて2時間以上静置する。そして各測定点について5回ずつ、計20回の硬度測定を行う。測定を行う温度は、20、40、60℃の3段階とした。

7.2.6 ゴム車輪の荷重と接地圧に関する調査（試験6 土研，関東，中部，近畿，中国，四国，九州）

車輪 90°ごとに4箇所の測定点を設定し，タイヤを試験機に取り付けて恒温室を60℃に保つ。そして荷重を加えて各測定点でスタンプ法によって接地面の形状を記録する。スタンプ跡の面積を測定し，接地圧を計算する。荷重は，試験機の載荷能力の範囲内で，4～5点設定するものとした。

7.2.7 供試体の作製方法に関する詳細調査（試験7 土研，関東，中部，近畿，中国，四国，九州）

WT試験用供試体について，各試験機関で標準的に行っている方法をVTRに収録し報告する。土研でこれらをモニターして項目ごとに整理する。

7.3 調査結果

7.3.1 試験1および試験2の結果

各試験機関で設定した転圧回数の条件は，表-7.1に示す通りである。転圧回数と密度，締固度の関係を図-7.1に示す。図より転圧回数が増すにつれ密度（締固度）が上昇し，転圧回数と密度（締固度）の関係は，直線的であることがわかる。相関係数は0.7以上と比較的良好な値を示している。またコンパクタの線圧が高いほど，直線の傾きが大きくなっていることがわかる。

供試体の密度とDSの関係を図-7.2に示す。図-7.2-(1)に示す四国技術事務所の試験結果であるが，両者の間に相関関係が認められる（相関係数=0.76）。但し四国技術事務所の供試体は，すべて締固度100%未満であった。

それに対して図-7.2-(2)に示す九州技術の結果であるが，規定締固度の上限である101%を超えない範囲では，密度とDSの関係が直線的であるのに対し，それを超えるとDSが低下している。これは締固度が高くなったことによって空隙率が減少し，アスコンが流動しやすくなったものと推定できる。

各試験機関で設定した線圧の条件は，表-7.2に示す通りである。線圧と密度，締固度の関係を図-7.3に示す。図より線圧が増すに従って密度（締固度）が上昇することがわかる。線圧と密度（締固度）の関係は，近畿技術の場合上凸の曲線に従っており，中国技術の場合はほぼ直線関係になっている。供試体の密度とDSの関係を図-7.4に示す。図-7.4-(1)に示す近畿技術の結果であるが，8.7 kg/cmのDSが下がっているのをのぞくと，密度の上昇に伴ってDSが直線的に増加している。

図-7.4-(2)に示す中国技術の結果であるが，DSが1,500（回/mm）以上と500～1,000（回/mm）のグループに分かれており，密度との間に明確な関係は認められない。この結果は，昭和57年度の土研の結果（図-6.1），昭和58年度の近畿技術，四国技術，九州技術の結果と異なっている。

試験1および試験2の結果，中国技術の結果にやや疑問な点が残るが，昭和57年度の土研の結果を考え合わせると，DSと供試体の密度，供試体作製時の転圧回数，線圧の間には，関係があると考えられる。回帰式より推定すると，締固度99～101%の範囲でDSのばらつきは，土研が1,100～3,100（回/mm），近畿が1,100～1,500（回/mm），四国が960～1,500（回/mm），九州が1,600～2,100（回/mm）となり，DSの補正が必要である。

具体的な補正の方法であるが，図-6.1，図-7.2，図-7.4，の直線の傾きは，試験機関ごとに異なっており，供試体締固度が何%低ければ，DSを何%高く補正するといった，定率的な方法で補正を

行うのは困難である。

表-7.1 コンパクタの転圧回数

試験機関	転 圧 回 数 (回)	線 圧 kg/cm
四 国 技 術	20, 30, 40, 50, 60	26.7
九 州 技 術	17, 32, 50, 70, 100	35.4

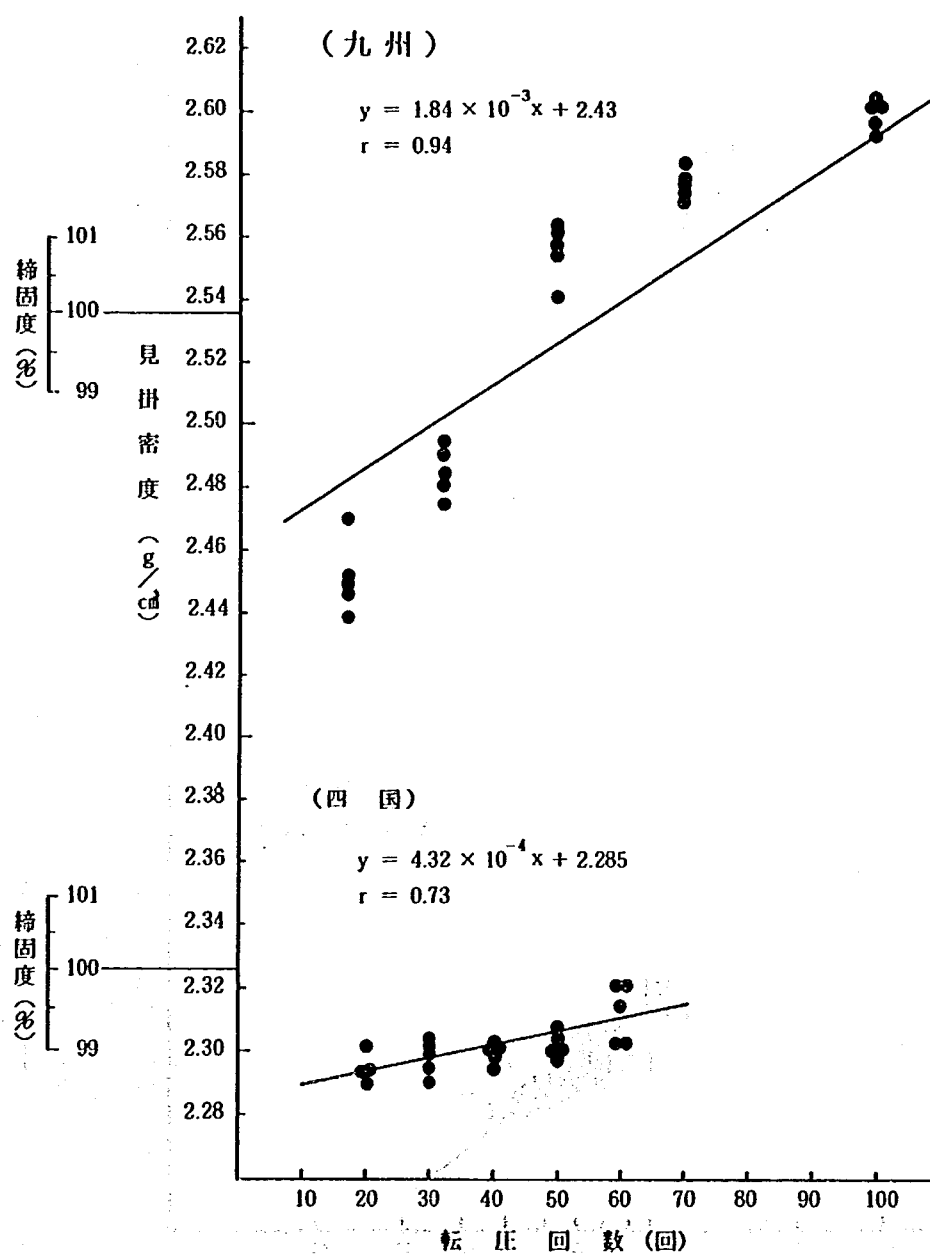
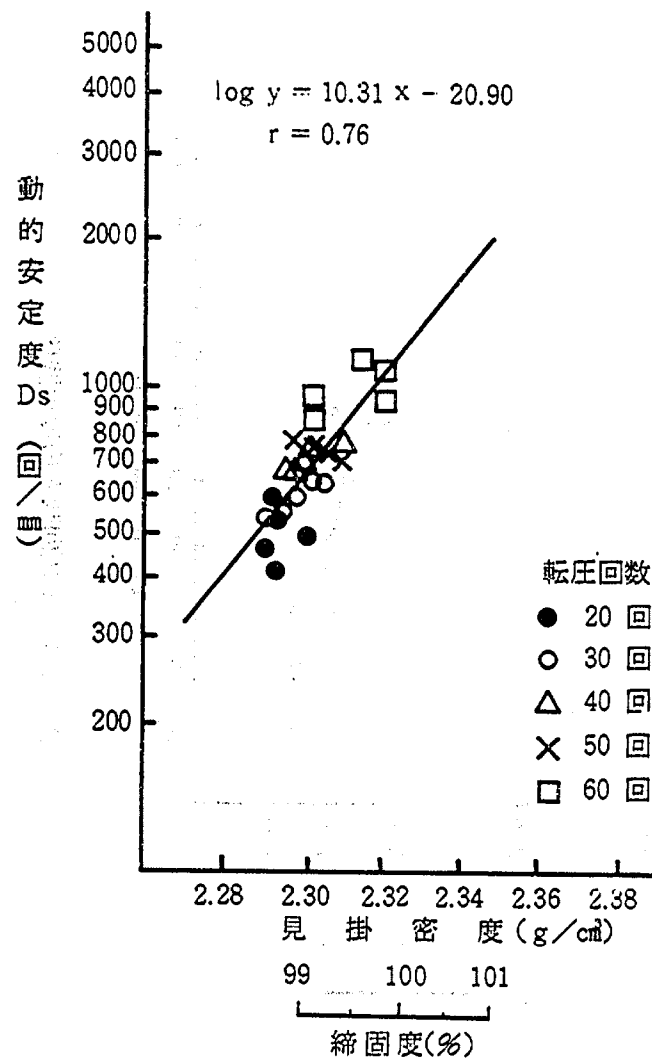


図-7.1 転圧回数と密度の関係

(1) 四国技術事務所



(2) 九州技術事務所

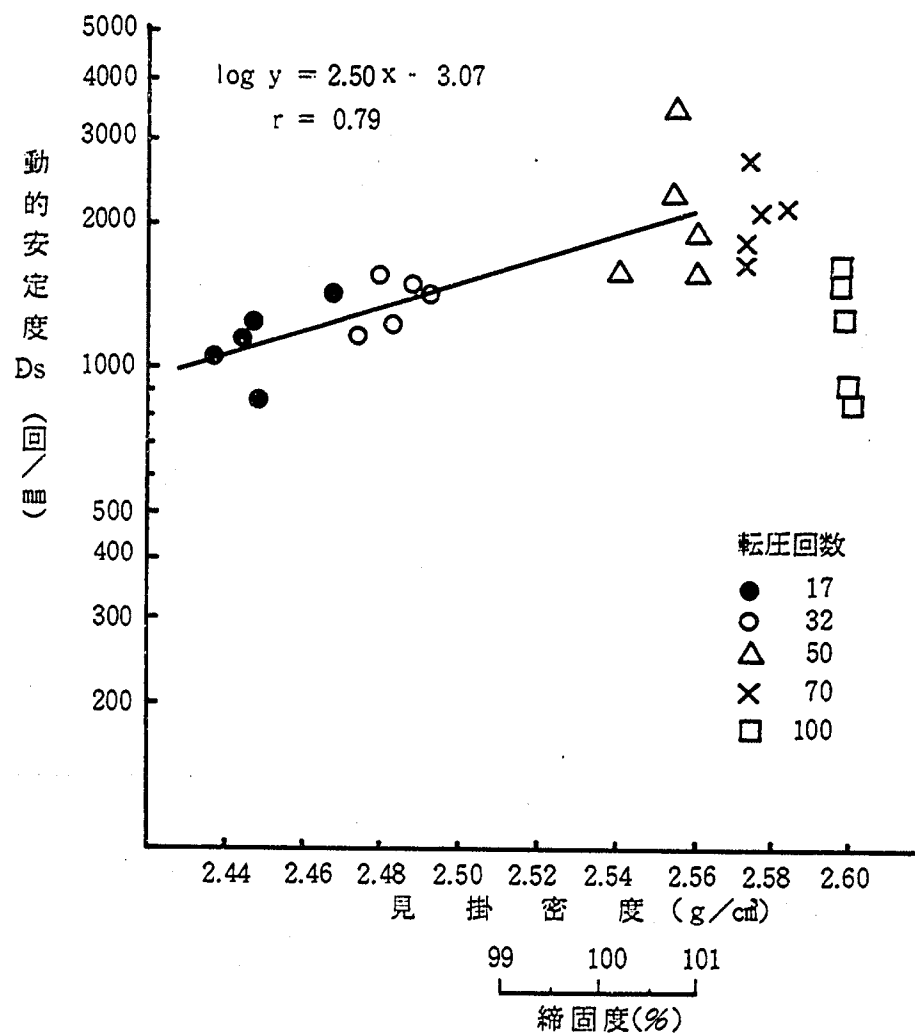


図-7.2 密度と動的安定度の関係

表-7.2 コンパクタの線圧

試験機関	転 圧 (kg/cm)	転圧回数
近 畿 技 術	2.8, 5.8 8.7, 17.7, 36.7	30
中 国 技 術	20.0, 23.3, 26.7, 30.0, 33.3	90

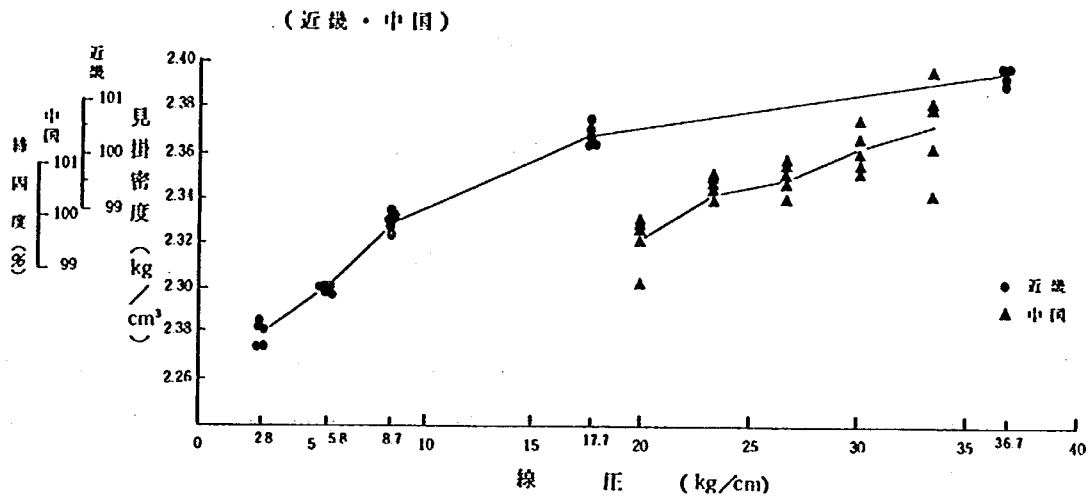
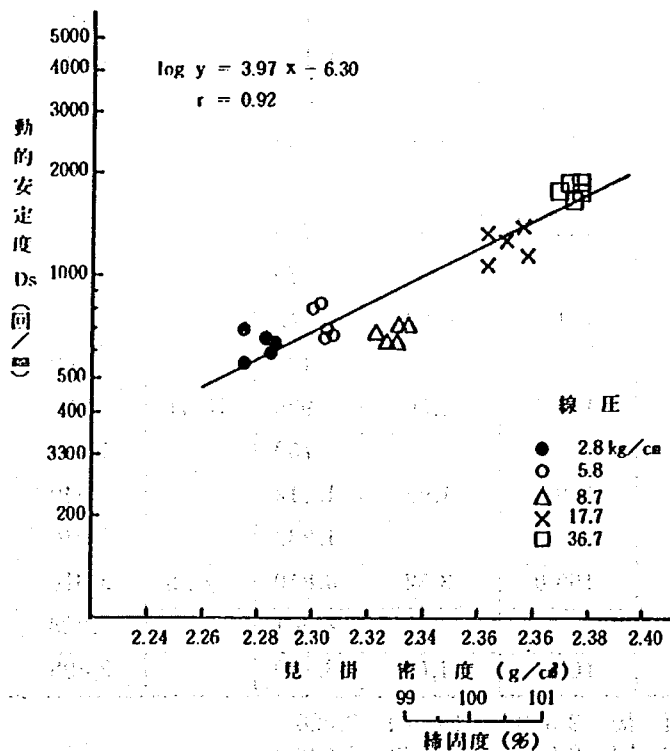


図-7.3 線圧と密度の関係

(1) 近畿技術事務所



(2) 中国技術事務所

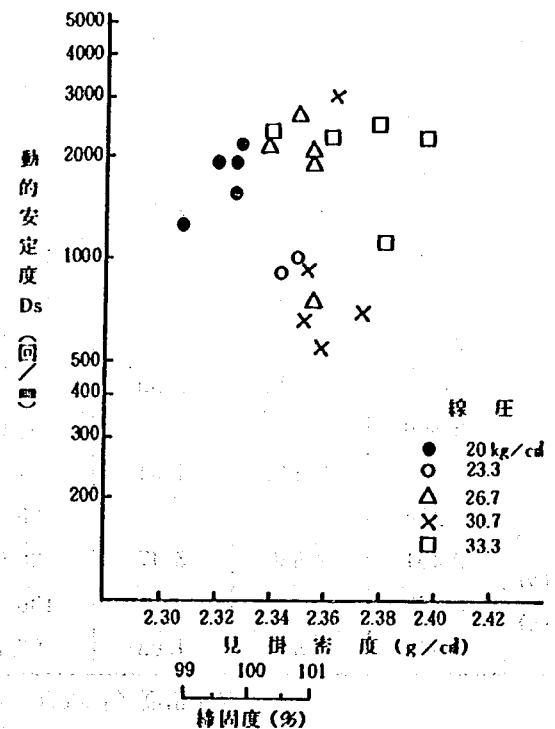


図-7.4 線圧の密度とDSへの影響

実験の解析結果より、密度とDSの間の相関係数を0.75程度とすると、この数値が統計的に有意というためには、データ数が10以上必要であり、回帰式によって直線の傾きを求めるためには、1つのアスコンについて10回以上行うことが必要である。アスコンの性状評価のための試験数としては多すぎる感があり、より簡便な補正法を見出す必要がある。補正係数（直線の傾きに相当）を見出すことができたとすると、式（7.1）で結果を補正することができる。

$$DS_0 = 10^a (D_0 - D) \times DS \quad (7.1)$$

a : 補正係数

DS : もとのDS

DS₀ : 補正後のDS

D : 密度 (g/cm³)

D₀ : 基準密度 (g/cm³)

7.3.3 試験3の結果

試験結果を表-7.3に示す。表よりトラバースによって供試体の密度が増加し、特に基準密度に満たない供試体については、その効果が大きいことがわかる。しかし、締固度が基準に達している供試体については、あまり締固めの効果は現れていない。

表-7.3 試験3の結果

地 建	密 度			締 固 度			DS (回/mm)	a	密度補正 DS
	トラバース前	トラバース後	変 化 率	トラバース前	トラバース後	変 化 率			
近 畿 20 分	2.314		%	98.1		%	732		1,103
	2.313	2.376	1.00	98.1	99.0	0.92	1,123	3.96	1,385
	2.361			100.1			1,057		1,038
	2.363	2.376	0.60	100.2	100.7	0.50	1,483		1,270
中 国 60 分	2.279			97.7			633		
	2.288	2.345	2.49	98.1	100.6	2.55	740		
	2.348			100.7			870		
	2.349	2.369	0.85	100.7	101.6	0.89	942		
四 国 24 分	2.274			97.8			425		1,460
	—	2.333	2.59	—	100.3	2.56	985	10.31	834
	2.300			98.9			750		1,390
	—	2.344	1.91	—	100.8	1.92	1,512		849
九 州 38.1分 14.3分	2.458			96.9			1,232		1,930
	2.451	2.536	3.47	96.6	100.0	3.52	3,810	2.50	3,810
	2.549			100.5			2,401		2,228
	2.529	2.555	1.03	99.7	100.7	1.00	3,230		2,895

基準密度 (g/cm³) 近 畿 2.359 四 国 2.326
中 国 2.332 九 州 2.536

トラバース前後のDSの変化であるが、トラバースによってDSが高くなっていることがわかる。今回の実験では、基準密度に達している供試体についてもトラバースをかけているが、近畿および九州のデータはトラバースの前後で規定の密度範囲に入っているにもかかわらず、DSは大きく異なっている。回帰式より求めた直線の傾きを用いて7.3.1で述べた密度補正をしてもなお、トラバースをしない供試体のDSに対し22~30%の差が残るので、規定締固度の範囲内にある供試体に対して、トラバースをかけることは禁止するべきであると考えられる。

次に密度不足の供試体にトラバースをかけて規定値まで密度を上げた供試体と規定の密度の範囲に入っている供試体について比較をする。近畿および中国の結果は、両者の間に差が認められないのに対し、四国および九州の場合には両者の間に差が認められる。近畿および中国の場合は、締固度が98%の点からトラバースをかけているのに対し、四国および九州の場合は、98%以下の点よりトラバースをかけている。従って低い締固度からのトラバースをかけた供試体と最初から規定の締固度の範囲に入っている供試体では、同じ締固度であっても結果に差を生じることがわかる。それに対し回帰式より求めた直線の傾きを用いて7.3.1で述べた方法に従ってDSを補正してみると、密度不足のままの供試体の試験結果と基準密度内の供試体の試験結果は概ね一致する。以上より密度不足の供試体についてはDSの補正によって結果を処理し、トラバースは適用しない方が望ましいと考えられる。

7.3.3 試験4の結果

試験結果を表-7.4に、また作製機関の違いを要因Aに試験機関の違いを要因Bとした分散分析の結果を表-7.5に示す。表-7.5によると密粒(13)、細粒(13)のいずれも、試験機関の間に結果の差を生じており、細粒(13)の場合は作製機関の間にも差を生じていることがわかる。

表-7.4 WT試験機の違いに着目した試験の結果

(1) 密粒度アスコン(13)

試験機関 作製機関	土 研		関 東		北 陸		中 部		締固め条件		総転圧 荷 重
	DSの平均	変動係数	DSの平均	変動係数	DSの平均	変動係数	DSの平均	変動係数	線圧%	転圧係数	
土 研	785	19.0	1,577	9.2	1,811	32.3	1,302	10.3	41	70	86,100kg
関 東	683	13.9	1,637	9.8	2,201	21.0	1,096	20.9	13, 36	20, 40	51,000
中 部	789	20.5	1,421	16.3	2,148	24.0	1,158	14.0	26.7	56	44,856
転荷重kg	71		61		—		66				
ゴム硬度	79/69		82/78		—		88/79				

(2) 細粒度アスコン(13)

試験機関 作製機関	土 研		関 東		北 陸		中 部		締固め条件		総転圧 荷 重
	DSの平均	変動係数	DSの平均	変動係数	DSの平均	変動係数	DSの平均	変動係数	線圧%	転圧係数	
土 研	407	5.9	975	13.7	1,537	19.5	718	8.4	41	60	73,800kg
関 東	461	9.8	798	34.1	1,599	28.1	720	12.9	13, 36	20, 40	51,000
中 部	465	15.3	1,073	12.2	2,165	21.8	1,574	20.4	26.7	56	44,856
転荷重kg	71		61		—		66				
ゴム硬度	79/69		82/78		—		88/79				

表-7.5 分散分析表

(1) 密粒度アスコン (13)

要因	変動 $\times 10^6$	自由度	分散 $\times 10^6$	F_0	F (0.05)	F (0.01)	寄与率
A	0.0132	2	0.0659	0.06	3.20	5.10	
B	13.7	3	45.6	41.1**	2.81	4.24	67.9
A $\times$ B	0.705	6	1.18	1.06	2.30	3.22	
E	5.31	48	1.11				
T	19.7	59					

(2) 細粒度アスコン (13)

要因	変動 $\times 10^6$	自由度	分散 $\times 10^6$	F_0	F (0.05)	F (0.01)	寄与率
A	2.32	2	11.6	18.7**	3.20	5.10	10.9
B	13.4	3	44.6	71.8**	2.81	4.25	65.4
A $\times$ B	1.52	6	2.53	4.06**	2.30	3.22	6.9
E	2.98	48	0.622				
T	20.2	59					

** 危険率1%で有意差あり

まず、作製機関間の差について検討する。供試体の密度とDSの関係を図-7.5に示す。密粒(13)の場合は、土研、関東、中部とも概ね締固度99~100%の範囲で分布しているが、細粒(13)の場合は土研、関東が99~100%が多いのに対し、中部は100~101%の供試体が多くなっている。7.3.1で述べたように、密度が大きくなるとDSが高くなる傾向があり、そのため細粒(13)では、中部のデータが他の作製機関のものより大きくなったと考えられる。そこで細粒(13)について密度のばらつきが特に大きい北陸のデータより回帰式を求めて直線の傾きを求めると $a = 5.8$ となり、7.3.1で述べた方法によって密度の補正を行うと、3機関の間に差は認められなくなる。従ってこの差は、密度のかたよりによって生じたものと考えられる。3機関の供試体作製条件には、表-7.4に示すような大きな差があり、線圧と転圧回数に供試体の幅を掛けた数値を総転圧荷重とすると、土研と中部では約2倍の差がある。これだけの差があるにもかかわらず、DSに差を生じていないことにより、表-7.4に示された程度の線圧や転圧回数の違いは、DSに影響を与えないことがわかる。従ってDSに影響を与えるのは、密度であると考えられる。

次に試験機関間の差について検討する。北陸技術についてはゴム車輪に関する調査が行われていないため、十分な検討をすることが困難であるが、ゴム車輪に関するデータがある他の3機関に注目すると、タイヤのゴム硬度および試験時の上載荷重にはかなりの差が認められる。図-7.6に示す荷重と密度補正後のDSの関係より、荷重が大きいほどDSが小さくなることがわかり、現在の接地圧による荷重規定が荷重の大きさにばらつきをもたらし、それが試験機関の間の差を生じる原因となっていることが推

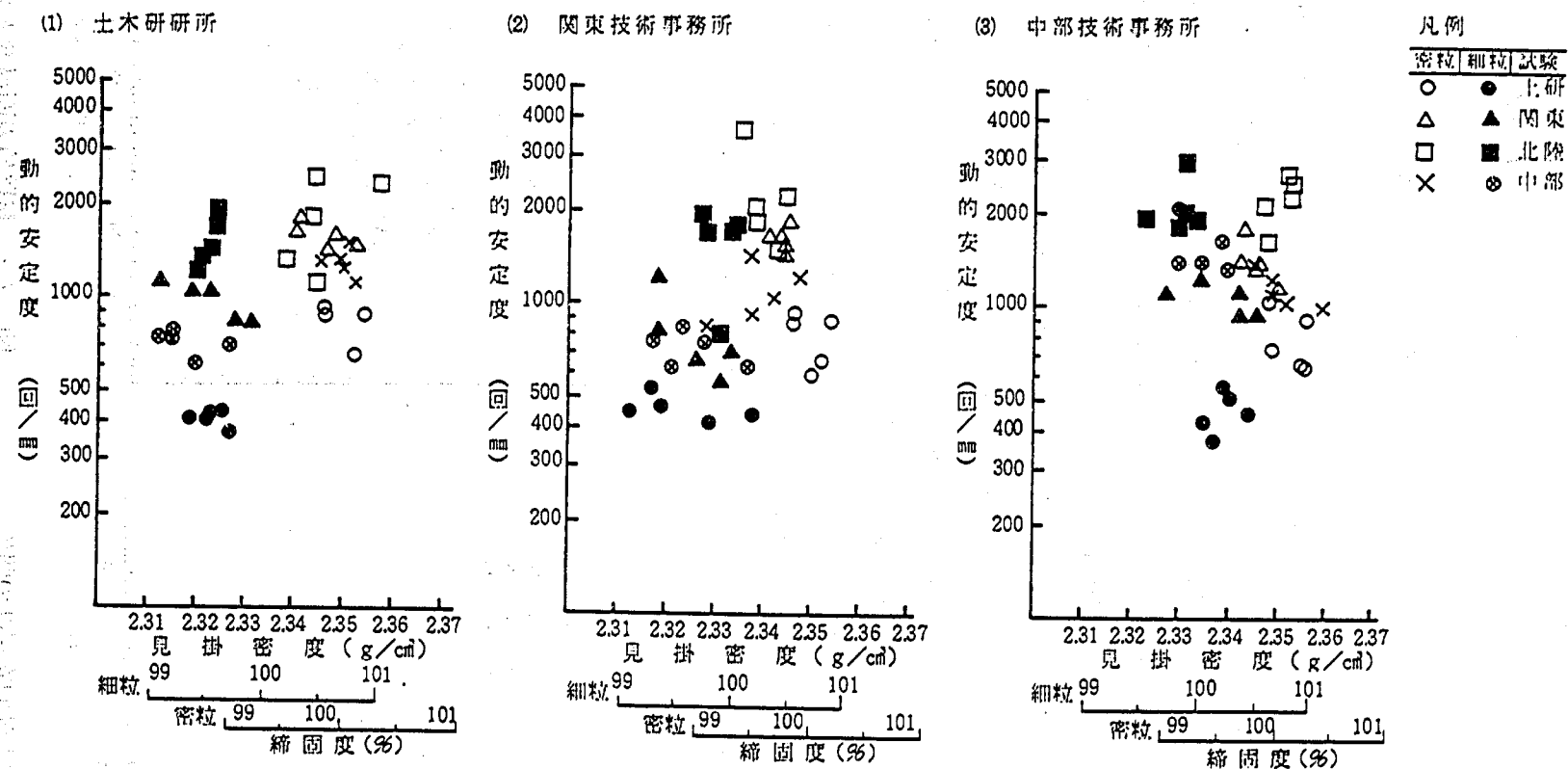


図 - 7.5 供試体作成機関別の密度と D S の分布

定できる。この点については、7.3.4で詳細に検討する。

最後にこの調査は、WT試験機にクランク式とチェーン式の2種類があり、それらによる差について検討することを目的としていたが、クランク式の関東、中部、チェーン式の土研、北陸の二者としてとらえた場合、両者に一定の傾向が見られず、残念ながらこの点に関する結論は得ることができなかった。

7.3.4 試験5および試験6の結果

ゴム硬度の測定結果を図-7.7に示す。図より試験輪のゴム硬度は、大きく3つのグループに分かれることがわかる。

- 1) 温度変化に関係なくゴム硬度 $78 \pm 5\%$ の範囲を保持している機関（関東、中国、四国、九州）
- 2) 40°C 以下ではゴム硬度 $78 \pm 5\%$ であるが、 60°C になると外れる機関（土研）
- 3) 40°C 以下では外れるが、 60°C 近くになるとゴム硬度 $78 \pm 5\%$ に入る機関（中部、近畿）

荷重と接地圧に関する測定結果を図-7.8に示す。接地圧は荷重の増加とともに大きくなり、両者の関係はほぼ直線的であるといえる。また直線の傾きもほぼ同一であるといえる。接地圧 6.4 kg/cm^2 を得るための荷重は、最低で60kg最大で71kgと11kgの幅があることがわかる。

まずゴム硬度に関する調査結果について検討する。試験機のメーカーに注目してみると1)に属する試験機械はすべて谷藤製であるのに対し、土研、中部はニッケン製になっている。（近畿は谷藤製）従って試験機メーカーによってゴム質に差があり、感温性が異なっているといえる。さらに詳しく調査したところ、WT試験機のゴム車輪に使用されているゴムには、耐熱性ゴムと耐油性ゴムの2種類があり、そのうち温度によってゴム硬度が変化するのは、耐油性ゴムであることがわかった。従って均一な接地圧を得るためには、耐熱性のゴムを使用したゴム車輪を用いるべきである。

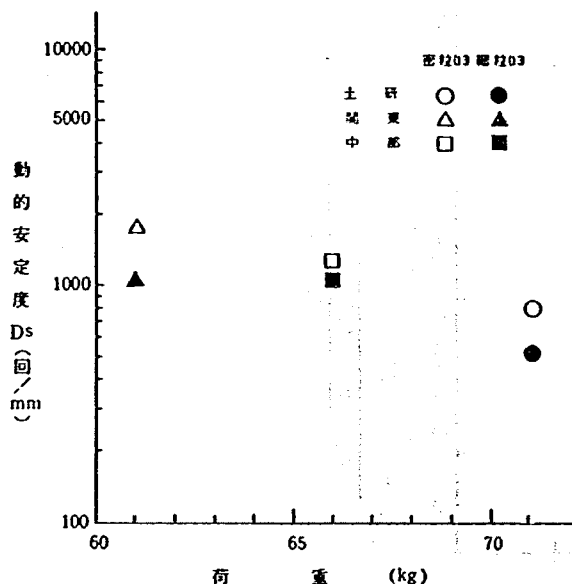


図-7.6 試験荷重と動的安定度の関係

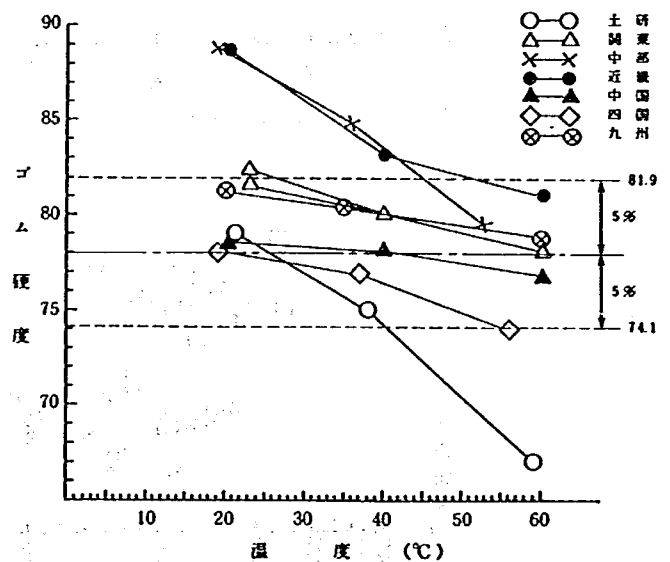


図-7.7 試験輪表面温度とゴム硬度

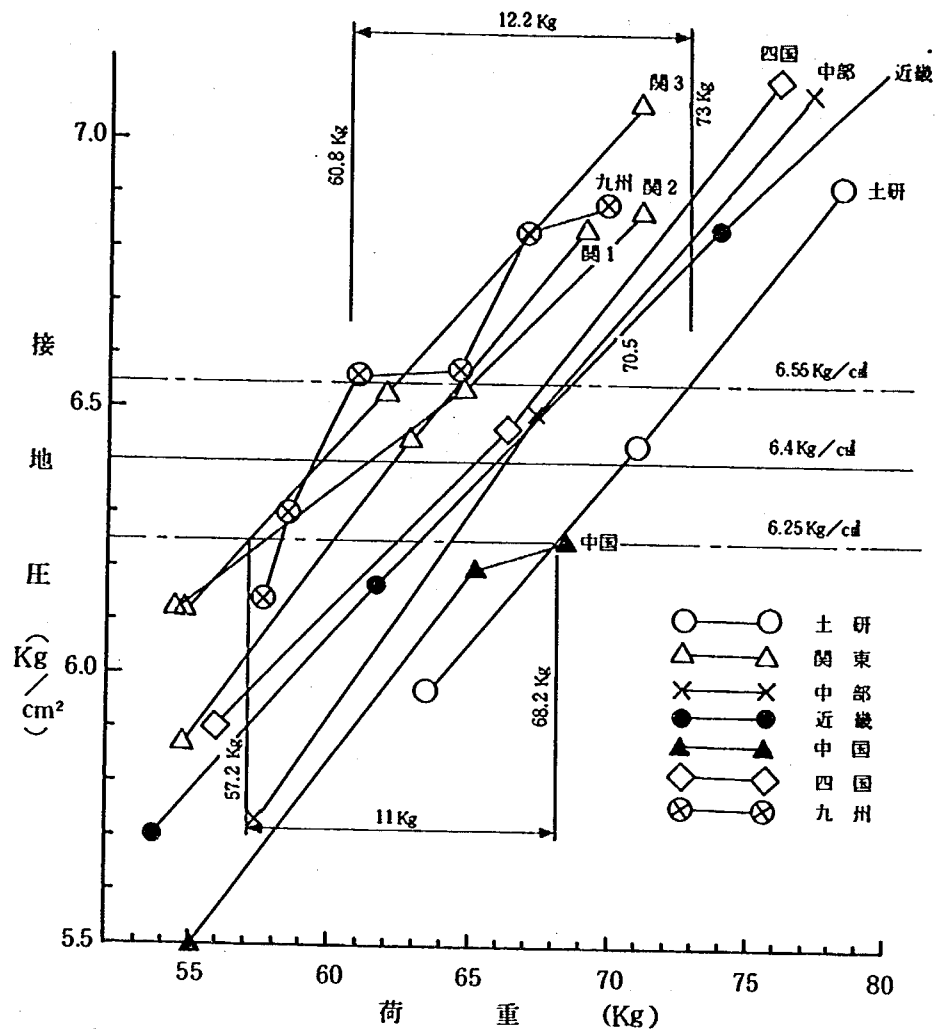


図-7.8 試験機の荷重と接地圧

次に荷重と接地圧の関係について検討する。土研で実施したゴム硬度の異なるゴム車輪の接地圧に関する調査結果によると、硬度が高いほど同じ接地圧を得るための荷重が小さくなることがわかっている。上に述べたように、ゴム車輪にはゴム質の差があり、これが荷重の差となって7.3.3で述べた試験機関の差につながると考えられる。またスタンプ法による接地面積の測定には誤差が生じやすいことを考え合わせると、現行の接地圧による載荷力による規定を総荷重に改めることが望ましいと考えられる。そのときのゴム硬度であるが、ゴムの硬軟はアスコンに対するニーディング効果に影響があるため、実験温度でのゴム硬度について規定することが必要であろう。

7.3.5 試験7の結果

供試体作成時の主なチェックポイントについて各試験機関の実態をとりまとめた結果を表-7.6に示す。以下項目ごとに検討を行う。

1) 型枠の予熱

型枠の予熱は、供試体の底面や側面の仕上りを良好にし、アスコンの温度管理を適切に行うために必要と考えられる。型枠は金属性であり温度低下が速いので、混合温度または締固め温度まで予熱してお

表 - 7.6 供試体作製方法等とりまとめ表

項 目	土 研	関 東	中 部	近 畿	中 国	四 国	九 州	標準方法(案)
型枠の予熱	混合温度 (電気乾燥機)	80℃ (同 左)	混合温度 (同 左)	ガスコンロ	混合温度より高め (電気乾燥機)	締固温度 (同 左)	な し	混合または締固温度 (電気乾燥機)
型枠への材料の付着 防止処理	予熱前にグリス処理	使用直前にシリコン 油塗布	予熱前に中性洗剤溶 液塗布	な し	使用直前にグリス塗 布	予熱前にグリスと石 粉塗布	使用直前にオイル塗 布	予熱前にグリス、中性 洗剤、石粉などを塗る。
ミキサーの保温	電気式オイルヒーター	同 左	同 左	同 左	同 左	温調機能付ガスバー ナー	電 熱 線	電気式オイルヒーター
アスファルトの計量	ポット付着分の誤差 あり。	同 左	混合前の骨材で混ぜ 取る。	ポット付着分の誤差 あり。	混合前の骨材で混ぜ 取る。	ポット付着分の誤差 あり。	混合容器に直接計り とる。	混合前の骨材で混ぜ 取る。
ドライミキシング(秒) ウェットミキシング(秒)	30 120	30 120	20 120	20 60	15 180	5 60(バグミル型)	な し 60	20 ~ 30 120
アスコンの取出し	一旦バットへ	同 左	直接型枠へ	一旦バットへ	同 左	同 左	同 左	随 意
敷 均 し	1 層	2 層	1 層	2 層	1 層	2 層	1 層	"
締固めの時のハンド タンバ使用	全面に軽くかける。	各層の全面にかける。	全面に軽くかける。	各層の全面にかける。	型枠の周囲だけにか ける。	型枠の周囲だけにか ける。	全面にかける。	全面に軽くかける。
アスコンの量の設定 (所定 量=基準量×型枠容積)	所定量+300g	所定量+2%	所定量+3%	所定量	所定量より多く練る。	同 左	所定量+500g	所定量×1.13
使用するアスコンの 量	混合したもの全量	同 左	同 左	同 左	所 定 量	下記の練圧、転圧回数 で締固度100%になる量	混合したもの全量	混合したもの全量
練 圧 (kg/cm)	41.0	1次 13.0 2次 36.0 3次 36.0	26.7 (0から徐々に増) やす。	32.0	26.7 (0から徐々に増) やす。	26.7	35.4	30 kg/cm (荷重で900 kg)
転圧回数(回) (片道で1回)	1次 10 2次 60	1次 20 2次 20 3次 20	56	60	90	40	1次 20 2次 20	締固度100%になる 回数
転圧面への付着防止 処理	1次転圧で紙をはさ む。	ゴム板を使用	湯を塗布	な し	紙をはさむ	な し	1次転圧で紙を使用	必要なら紙をはさむ
転圧面への予熱	温調付電熱ヒータ	ガスコンロ	温調付電熱ヒータ	同 左	ガスコンロ	ガスコンロ	な し	温調付電熱ヒータ
ゴム板使用	2次転圧で使用	1次、2次転圧で使用	な し	な し	な し	な し	2次転圧で使用	随 意
締固前の整形	中央部を盛上げる。	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	中央部を盛上げる。
型枠からこぼれたア スコンの処理	1次転圧終了後除去	除去しながら転圧	特になし	除去しながら転圧	同 左	特になし	1次転圧終了後除去	除去しながら転圧
締固後の整形	な し	な し	な し	ランマーで締固める。	な し	な し	な し	行わない。
トラバース	な し	な し	な し	5.4 kg/cmで20~30分	な し	な し	な し	行わない。

くのが良いと思われる。また型枠全体をむらなく予熱するためには、電気乾燥機を用いるのが良い。

2) 型枠への材料の付着防止処理

供試体の型枠からの取外しを容易にするための処置であり、取外しに問題がなければ省略して良い。型枠に塗布する材料としては、グリスが多く用いられている。これらは型枠の予熱前に塗布する場合と、予熱後（使用直前）に塗布する場合があるが、後者の場合は油分がアスファルトをカットバックするおそれがある。中部で使用している中性洗剤の溶液は、水分が蒸発した後に型枠表面に膜を形成するので、供試体の型枠からの取外しが容易で、しかも油分を含まないのでカットバックの心配もないようである。四国の石粉の水溶液も効果的と思われる。

3) ミキサーの保温

自動温度調節器のついたオイルヒーター（電熱線でオイルを加熱）の使用例が多く、保温のためには、この方法が確実と思われる。

4) アスファルトの計量

土研、関東、近畿、四国ではアスファルトを入れる容器に付着した分については誤差として取扱っているが、中部で過去に行ったキャリブレーション結果によれば、投入後の容器への残量には十数グラムのはらつきがあり、アスファルト量にして0.1%程度の差を生じる。アスファルト量の精度として0.1%の差は問題であることから、中部や中国のように混合前の骨材をアスファルトの計量容器に入れて混合し、容器に付着した分もミキサに入れる方法が良いと思われる。

5) ミキシング時間

ドライミキシングについては、九州が骨材投入前にアスファルト量を計量する都合上、ドライミキシングを行っていないのを除けば、15～30秒程度行われている。（四国はバグミル型なので5秒）骨材粒度を均一にするために、20～30秒のドライミキシングを行うべきである。ウェットミキシングについては、60～180秒と幅があるが、通常の縦2軸型のミキサーでは、120秒程度で良いと考えられる。

6) アスコンの取出し

中部でアスコンの飛散防止用のガイドを設けて、直接型枠に投入している例を除けば、一旦バットや鍋に取出している。アスコンの飛散のおそれがある場合には、一旦別の容器に取出した方が良い。

7) 敷ならし

1層式と2層式に分かれているが、昭和57年度のWT共通試験の結果、2つの方法によってDSに差が生じないことが確認されているので、どちらの方法によっても良い。

8) 締固め時のハンドタンパの使用

各機関ともハンドタンパやハンドスコップの背などで簡単な仮締固めを行っている。しかし、仮締固めの程度には大きな差があり、タンパの自重程度で軽く締固める機関と、力を加えて締固める機関がある。人力による締固めでは個人差が生じやすいため、ハンドタンパの使用は軽く整形する程度にとどめ、締固めはローラコンパクタで行うのが良い。

9) アスコンの量の設定および締固めるアスコンの量

アスコンの計量については、所定量（基準密度×型枠の容積）だけのアスコンを計量する機関と所定

量に若干の割増率を見込んで計量する機関がある。理論的には所定量のアスコンを型枠と同じ高さになるまで締固めれば基準密度になるわけであるが、実際にそこまで締固めることは、大がかりな締固装置を使用しない限り困難である。さらに、転圧中にロスとなるアスコンがあることを考慮すると、ミキサで所定量×1.02～1.03程度のアスコンを作製し、その全量を締固めることが実用的といえる。割増率は各機関によって差はあるが、供試体密度に大きく影響することから、一定の値に統一することが望ましい。

10) 線圧と転圧回数

線圧と転圧回数は、各試験機関によって異なっている。これはアスコンの材料、配合、粒度が異なったり、締固め装置に差があることの現われである。従って線圧と転圧回数の両方を同時に規定することは、所定の締固度を得るための条件としては適切でないといえる。一方今回のWT共通試験の結果、同一のアスコンで作製した供試体は密度が同一であれば、作製時の線圧や転圧回数が表-7.6に示された程度ばらついても、同一のDSとなることが示されている。しかし供試体の作製条件について全く規定がないとすると、表-7.6に示された範囲を大きくはずれる常識外の線圧や転圧回数で供試体が作製される危険性も出てくることから、やはり何らかの規定が必要と考えられる。実際に規定値を設けるとすれば、線圧を一定値(表-7.6を見る限りでは、20～40kg/cm²の間)とし、転圧回数を増減させることで密度調整をするのが良いと思われる。

11) 転圧面への付着防止処置および転圧面の予熱

転圧面を自動温度調節のヒーターで予熱する場合には、アスコンの付着についてはあまり心配ないが、ヒーターがない場合は紙をはさむ等の処置が良い。

12) ゴム板の使用

ゴム板の使用に違いがあっても、密度が同一であれば同じDSが得られることが、土研の実験によって確認されている。従って、ゴム板の使用の適否は各機関の判断によれば良いと考えられる。なお、ゴム板を使用しない方が供試体表面の仕上がりが平滑になり、仕上り状態が良好になる。

13) 締固め前の整形

全機関とも、型枠の中央部を盛上げるように整形しており、ローラーコンパクタによる転圧時に、できるだけロスとなるアスコンを減らすために、ある程度整形することは必要な処置といえる。しかし、平坦に盛った場合と、中央部を盛上げた場合では、供試体の部分的な密度分布が異なってくるはずであり、統一した方が良いと思われる。

14) 型枠からこぼれたアスコンの処理

転圧時にアスコンが型枠からこぼれることは、ローラーコンパクタで締固める限り避け難いことである。しかし型枠と転圧面の間に骨材がはさまると転圧効果が減少するので、これらを除去しながら転圧する方が良いと思われる。この場合は、適切な器具を使用して安全な作業となるように配慮しなければならない。

15) 締固め後の整形およびトラバース

今年度のWT共通試験の結果、同じ密度であってもトラバースの有無によってDSが異なることがわ

かったため、室内における供試体の作製の際には、過去のデータとの関連性が問題とならない限り、締固めはローラーコンパクタのみで行うのを原則とするべきである。

7.4 まとめ

- 1) 転圧回数や締固め線圧を変えた実験の結果、供試体の密度とDSの間には関係があり、締固度99～101%の範囲でのDSのばらつきを考えると、密度による結果の補正が必要であるといえる。しかし、その具体的な方法については、今後の検討を要する。
- 2) トラバースをかけた供試体とかけないものとは、試験結果に差が生じる。特に、締固度の低い供試体にトラバースをかけて規定の密度に上げた供試体の場合、もともと規定の密度にあった供試体に比べてDSの値がかなり大きくなる。従って、トラバースをかけた供試体の試験結果とかけないものとを同一に比較することには問題がある。
- 3) 試験輪の荷重には試験機関ごとに差がある。また、試験輪の温度－ゴム硬度関係、荷重－接地圧関係にも車輪ごとに違いがあり、これらが試験機関間の差の原因となっている。これを解消するためには、試験輪のゴム質を統一した上で、現行の接地圧規定から総荷重規定に試験方法を改めることが考えられる。
- 4) 供試体の作製方法には、細かな点で各試験機関ごとに違いがあることがわかった。それらの内、供試体性状に直接影響するアスファルト量、締固めるアスコンの量、線圧と転圧回数、トラバースの取り扱いについては、統一したほうがよいといえる。

あ と が き

技術管理業務連絡会舗装部会の流動分料会で実施したホイールトラッキング共通試験を通じて、WT試験の改善すべき点や試験自体の精度的な限界など、いくつかの重要な資料を得ることができた。この結果は、今後の流動対策に役立つものと考えている。

最後に本調査の実施にあたって御協力頂いた、北海道開発局土木試験所、各地方建設局技術事務所、都府県の試験機関ならびに民間建設会社研究所の関係者各位に深甚の謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) ホイールトラッキング試験の標準方法(案), 南雲ほか, 土木技術資料 Vol.20 No.5, 1978
- 2) アスファルト混合物の配合設計, 材料に関する幕張試験舗装および室内実験による研究, 土木研究所資料第923号

ホイールトラッキング共通試験
結果の解析

ISSN 0386-5878
土研資料第 2124 号
マイクロフィルム第 号
昭和 59 年 7 月 (1984)
飯島 尚

キーワード アスファルト混合物, ホイールトラッキング試験
耐流動舗装, アスファルト舗装

要 旨

技術管理業務連絡会舗装部会の流動分科会で調査を実施したホイールトラッキング共通試験の結果をとりまとめ、解析を行ったものである。本調査により、アスファルト混合物の耐流動性をより適確に把握することが可能となった。

郵便はがき

40円切手
をはって
下さい。

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所
舗装研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

土研資料第 2124 号

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 2124 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

