

13. 大形振動ローラによるアスファルト舗装の 転圧実験

千田 昌平
建設省 土木研究所 中垣 光弘
坂井 田美晴

1. まえがき

比較的小形で高い締固めエネルギーを有する大形振動ローラ（6～15t級）が、アスファルト舗装において路盤から表面仕上げにいたる一連の締固め作業に適用できるほか、少ない転圧回数で高い締固め度が得られるということで、近年高速道路などの大規模な舗装工事に部分的に使用されるようになった。

アスファルト混合物は、土の場合と違って適温状態のうちに所要の締固めを行わなければならない。したがって、振動ローラをアスファルト舗装に適用する場合、材料的条件、施工条件及び振動ローラの機械的条件に微妙に影響される締固め特性をより適確に把握し、常に保証された品質が得られるように施工管理上の諸条件を明らかにしておく必要がある。

そこで、これらの振動ローラによる締固め特性を求めめるため、当研究所構内の舗装用試験ピットを用いて締固め試験を行った。その結果、少ない転圧回数で高い締固め度が得られること、また15cm1層の厚層仕上げにおいても、厚層のため保温性が良く安定した転圧作業ができることなどが判明した。

2. 振動転圧実験

転圧試験を行なった舗装試験ピットは幅8.7m、長さ約60mであり、路盤は30cm厚の粒調砕石路盤とし、10t級振動ローラとタイヤローラで十分に締固めた。平板載荷試験により求めた路盤の地盤係数は $K_{30}=27.0 \text{ kg/cm}^2$ であった。

基層及び表層はそれぞれ4.2m幅で2面に分けて施工した。基層は粗粒度アスコン（アスファルト量4.6%）15cm厚とした。50年度は1面は15cm1層仕上げとし、もう一面は10cmと5cmの2層仕上げとし、層厚3種類の実験を行なった。51年度は15cm1層仕上げのみで実験した。表層は密粒度アスコン（アスファルト量5.6%）5cm厚1層とした。

試験機はタンデムタイプの振動ローラとし、50年度はダイナパックCC20を、51年度は三菱VR7及びダイナパックCC41を使用した。これらの主要諸元を表-1に示す。また比較のためのタイヤローラは渡辺WP15を総重量13.5t、タイヤ空気圧4～5 kg/cm^2 で使用した。

表層及び基層の締固め条件は表-2のように設定した。50年度の実験では、粗粒アスコンの3面及び密粒アスコンの一面に対して、混合物温度と転圧速度を130℃-3 km/h 、130℃-6 km/h 、90℃-3 km/h の

表-1 振動ローラの主要諸元

機 種		三菱 VR-7	ダイナパック CC-41	ダイナパック CC-20
形 式		タンデム型	タンデム型	タンデム型
機 構		後輪振動 後輪駆動	両輪振動 両輪駆動	両輪振動 両輪駆動
重量 (kg)	自重	6,100	9,200	5,500
	総重量	6,700	9,800	6,280
荷重分布 (kg) (総重量のとき)	前輪	2,600	4,900	3,140
	後輪	4,100	4,900	3,140
車輪寸法 (mm) (直径×幅)	前輪	1,100 ϕ ×675×240	1,220 ϕ ×1,675	1,040 ϕ ×1,400
	後輪	1,100 ϕ ×1,150	1,220 ϕ ×1,675	1,040 ϕ ×1,400
振 動 数 (vpm)	高振中	0～2,000	0～2,500	0～3,300
	低振中	0～3,000	0～2,500	0～3,300
走行速度 (km/h)		0～9	0～10	0～10

表-2 締固めの条件

機種	層厚 (cm)	混合物温度 (°C)	振幅	転圧速度 (km/h)	振動数 (vpm)	転圧回数 (回)	
基層	CC-20	15	130	大	3	3300	4, 6, 8, 10
		10	90				
	CC-41	15	120	大	1	2500	2, 4, 8
		15	140				
表層	VR-7	120	大 (1)	4	3,000 (1)	2, 4, 8	
		80			2,000		
	WP-15	120	—	6	1,500	8, 16	
表層	CC-20	5	130	大	3	3,300	4, 6, 8, 10
	CC-41	5	120	小	2	2,500	2, 4, 8
VR-7	5	140	小	2	3,000	2, 4, 8	
					2,300		
WP-15	5	120	—	6	—	8, 16	

3条件を設定したが、実測の結果は温度、転圧速度とも全般に目標値より低い値になった。残りの表層1面については表面の仕上りを比較するため、一面を前後に2分し、振動ローラ (CC20) とタイヤローラ (WP15) で任意に転圧した。

51年度の実験では、転圧速度、振動数の制御が容易なVR7を使用して、締固め効果と転圧速度、振動数の関係を主として調査し、10級振動ローラとタイヤローラの締固め効果も調査した。混合物温度、速度の調整はCC41の実験を除いて順調であった。

3. 実験結果及び考察

この実験で得られた各機種の締固め度を図-1に示す。この図ではVR7の締固め効果は一つの範囲で示したのに対してCC20は1つの代表例で示しているが、この両者の締固め効果はほぼ同じ範囲で重なっている。CC41は実験の時、機械が不調で予定通りの転圧ができなかったが、7t級の振動ローラよりは高い締固め効果が得られている。WP15の締固め度は転圧回数を $\frac{1}{2}$ に縮小して示しているが、今回の実験では7t級の振動ローラと同じ程度の締固め度を得るには2倍の転圧回数が必要であった。

図-3は各機種について基層 (15cm) 転圧における架き方向の締固め度の分布を示したものである。基層15cmでは混合物内部の温度分布は図-3のように中央部と上、下部で大きな差がある。そのため、各機種とも中央部がよく締まっているが、7t級振動ローラの場合、下部の締固め度が上、中部よりかなり低くなっている。また、WP15の場合、転圧回数が

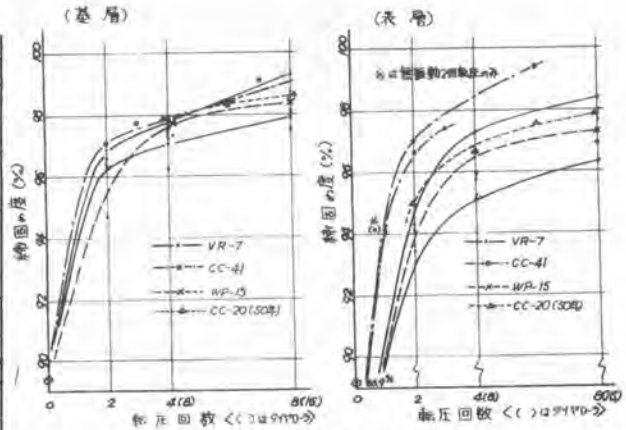


図-1 転圧機種と締固め度

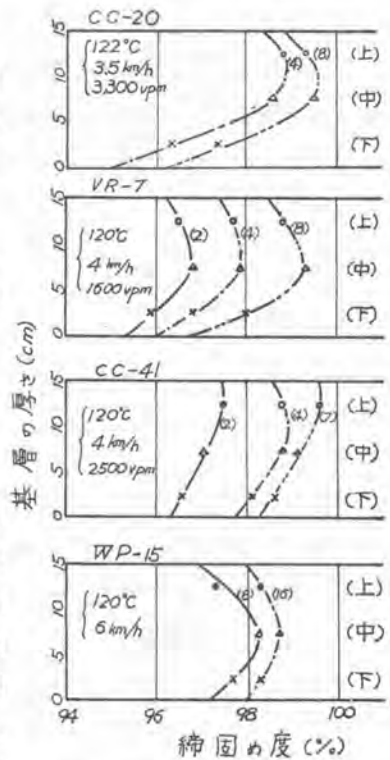


図-2 架き方向の締固め度の比較

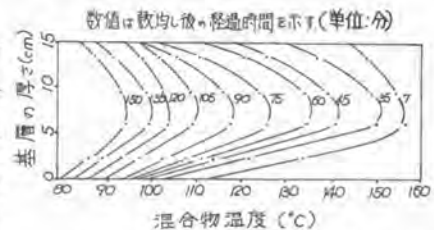


図-3 混合物温度の垂直分布例

多いと、上中下部の密度差が比較的小さく、タイヤローラによる転圧にもミックリフト工法が締固め能力の面で有効であることが伺える。

振動ローラの締固め効果は次式に示すような要因に主として影響されると考えられる。

$$C_e = F(W, f, a, P, v, T) \quad (1)$$

ここに、 C_e : 締固め効果、 W : ローラの重量、 f : 振動数、 a : 振幅、 P : 転圧回数、 v : 転圧速度、 T : 転圧時の混合物温度

Forssblad¹⁾ は振動締固め効果を求める指標として次式を提案している。

$$C_e = \alpha W f a \frac{P}{v} \quad (\alpha: \text{定数}) \quad (2)$$

この式は、締固め面のある地点に加えられる総変位量で与えられる有効締固めエネルギーを表わす T.D.M (Total Downward Movement) と同じような考えによるものである。その T.D.M は次式で表わされる。

$$T.D.M = f \cdot g \cdot t \quad (3)$$

ここに、 t は加振時間で P/v で与えられることになる。

今、50年度の実験結果について、 P/v と締固め度の関係を取りあげ、片対数グラフにプロットすると図 4 のようになる。すなわち、混合物温度の条件別にグループ分けができ、そのグループの締固め度は加振時間の対数と直線関係が見られる。

一方、51年度の V R 7 の実験結果を同様に、 P/v と締固め度の関係と片対数グラフで示したのが図-5である。この図も図-4と同様に各条件の締固め度は P/v の対数とほぼ直線関係にある。

図-5の(a)は v 、 f を一定として T を変化させたものである。混合物温度と締固め度の関係は50年度の実験では、温度の高いもの程よく締固まる傾向が見られたがこの図では明らかでない。(b)は T 、 f を一定として、 v を変化させたものであるが、転圧速度の条件が変わると P/v の対数と締固め度の直線関係が大きく変っている。これは V R 7 が片輪振動であるため、無振動の前輪の締固め効果が影響しているとも考えられる。(c)は T 、 v を一定として、 f を変化させたものであるが、振動数 f による締固め度の有意な差は認められなかった。

締固め度とともに舗装の重要な品質である表面の仕上がりについては、転圧区間の短い構内実験では十分な評価はできないが、50年度の実験結果と示しておく。

表層の任意転圧面における平坦性は3mプロフィルメータの測定結果で振動ローラ転圧部が $\sigma = 0.54 \text{ mm}$ 、タイヤローラ転圧部が $\sigma = 0.90 \text{ mm}$ であった。また、路面

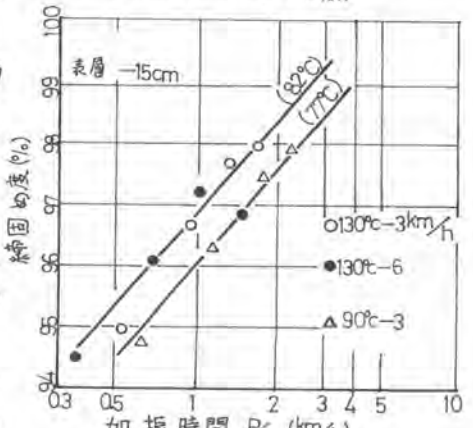
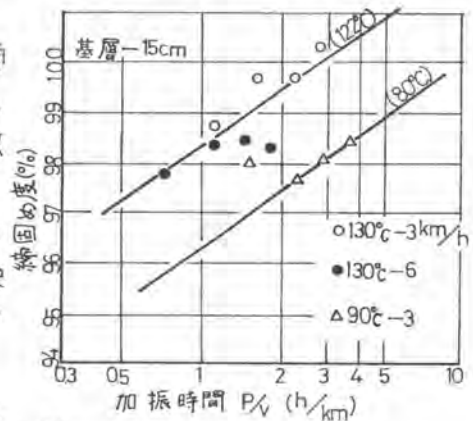


図-4 加振時間と締固め度

粗さは土研式自動路面粗さ計で測定したが、振動ローラ転圧部が平均きめ深さ0.48mmであるのに対し、タイヤローラ転圧部は0.77mmであった。すべり抵抗性はポータブルテスターで判定したが、振動ローラ転圧部のBPNの平均は73であり、タイヤローラ転圧部の平均67よりかなり大きくなっている。

4. 結論

今回の振動ローラ転圧実験から一応次のように取りまとめることができる。

(1) 振動ローラは4回程度の少ない転圧回数で舗装要綱が定めている規格値96%まで締固めることができる。(2) 敷均し厚が厚い程度温度の降下が遅いので適温の状態で十分な転圧ができ、高い締固め度が容易に得られる。しかし、7t級振動ローラで10cm以上の厚層を締固める場合には、下部まで高い締固め度を期待することは問題がある。(3) 締固め度とローラの加振時間P/Vとは関係がありそうだ。しかし、片輪振動のローラの場合は、無振動輪の影響が無視できない。(4) 締固め効果と振動数との関係は認められなかった。(5) 表面の仕上がりについては振動ローラ転圧とタイヤローラ転圧で大きな差異は見出しなかった。

5. あとがき

50, 51年に、2回実施した振動ローラの構内転圧実験をもとに振動ローラの転圧効果について述べたが、今回実験に使用した機種については実際の舗装工事に適用できると思われる。しかし、振動ローラは多種多様なものが製作されているので、これらの全てが適用できるとすることは早計であろう。したがって、今後も振動ローラの性能試験や試験施工のデータを積み重ねて、振動ローラについて一定の評価基準あるいは施工指針が作り出されることが望まれる。なお、今回の実験に関しては、日本建設機械化協会の舗装技術委員会に御指導を得た。ここに厚く謝意を表します。

1) Lars Forssblad "Technical data of vibratory Compactors" Technical Report Res No 820431.10.69

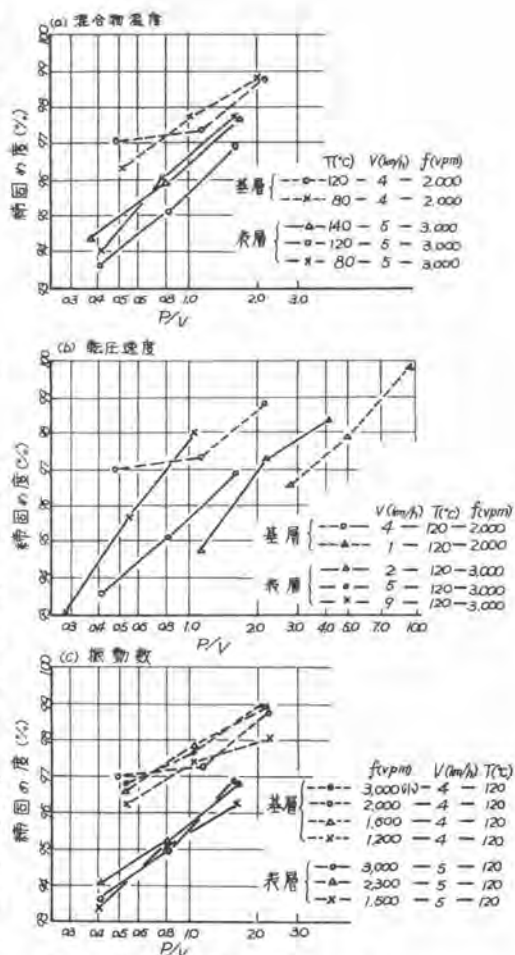


図-5 施工条件と締固め度(VR-%)