

28. 大型振動ローラによる アスファルト舗装の転圧実験（第2報）

建設省土木研究所 千田 昌平・木村 直紀
日新舗道建設 田村 繁雄

1 まえがき

近年、道路舗装工事量の増大に伴い、比較的小型で高い締固めエネルギーを有する振動ローラが、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に関心を集めている。しかしながら、我が国においてその施工例は少なく、振動ローラによる締固め特性は必ずしも明らかにされていない。

そこで、土木研究所では大型振動ローラによる転圧特性を調べるために、昭和50年度より振動転圧実験を行ってきた。前回の報告では主に実用機による振動転圧実験について報告を行ったが、今回は振動締固め条件と締固め効果の関係について考察を行うために、実験用振動ローラを製作し、構内転圧実験を行ったのでその概要を報告する。

2 振動転圧実験の概要

実験ヤードは図-1に示すように20m×3m×10cmのアスファルト安定処理路盤上に1m×1m×10cmの小ビットを計6個設け、それを実験転圧面として繰返し使用した。実験には、施工条件および機械的条件による締固め特性を調査するために、表-1および図-2に示すような実験用振動ローラを用いた。この実験用振動ローラは実験条件である転圧速度、振動数、起振力等を任意に設定できるようにしてある。アスファルト合材は粗粒度アスコンを用い、舗装厚は10cmと一定にした。実験条件は締固め特性を考察できるように転圧速度、転圧温度、転圧回数、振動数、起振力を変えて約90条件とした。なお、敷ならしは手引きとし、無振動で2回転圧したのち、所定の実験条件で転圧を行った。転圧後の締固め度は各条件毎に3本のコアを採取し、パラフィンコートによるかさ密度により測定した。

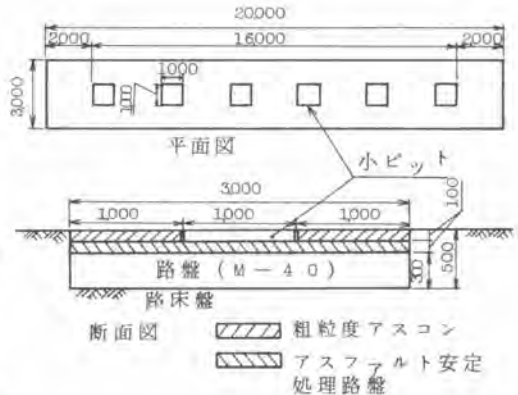


図-1 実験ヤード

表-1 実験用振動ローラの仕様

総重量	>350 Kg	前輪	2470 Kg	後輪	2880 Kg
自重	4880 Kg	前輪	2000 Kg	後輪	2880 Kg
前輪	鉄輪：振動輪	1000mm×800mm	×1個		
後輪	タイヤ：走行輪	730mm×200mm	×2個		
速度	前後進とも無段変速	0～8 Km/h			
起振力	0～1500 Kg				
振動数	0～3000 vpm				
静線圧	25～30 Kg/cm				
動線圧	28～37 Kg/cm				
走行用機関	3相モータ	200 V	110 A	4 P	
起振用機関	3相モータ	200 V	80 A	2 P	

3 実験結果および考察

3.1 施工条件と締固め効果

施工条件として、転圧回数、転圧速度、転圧温度を取り上げる。

(1) 転圧回数

転圧回数と締固め度の関係を図-3に示す。転圧温度は80℃のグループと120℃および140℃のグループに分けることができ、両グループとも転圧回数に比例して締固め度が高くなっている。また、転圧回数の増加による密度の収束状態を把握するために55回転圧を行った結果、転圧温度が80℃以上は締固め度は約99%以上期待できるが、60℃における転圧では締固め度の伸びは期待できないことがわかった。

(2) 転圧速度

転圧速度と締固め度の関係を図-4に示す。この図は直接転圧速度と締固め度の関係を示したのではなく、加振時間 n/v (n : 転圧回数、 v : 転圧速度) と締固め度の関係を片対数グラフで表してある。これから、 $\ln n/v$ と締固め度の間には相関があることがわかる。図より速度が遅い (n/v において n を一定にした場合、 n/v は大きくなる) ほど締固め度が大きくなっている。これは、転圧速度が遅

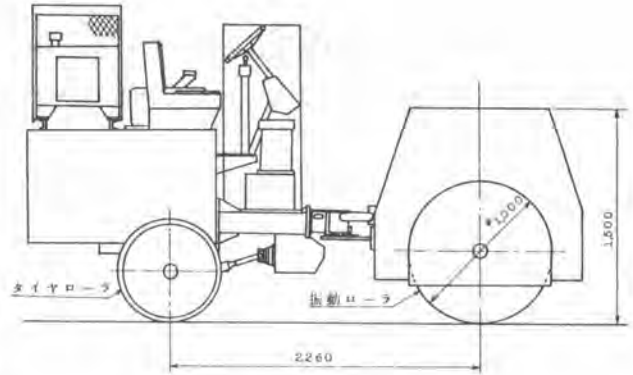


図-2 実験用振動ローラー

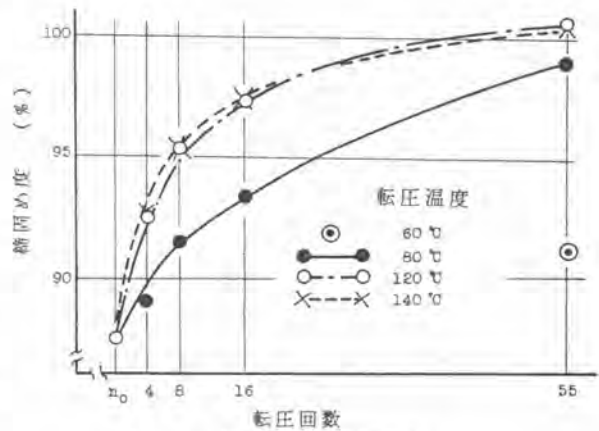


図-3 転圧回数と締固め度

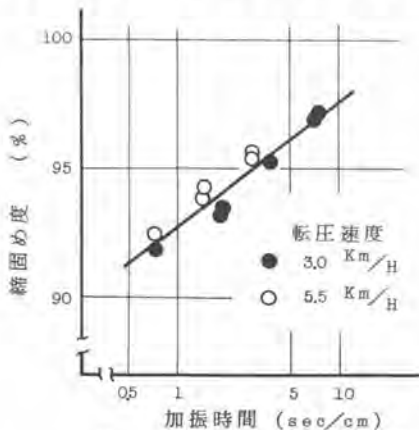


図-4 加振時間と締固め度

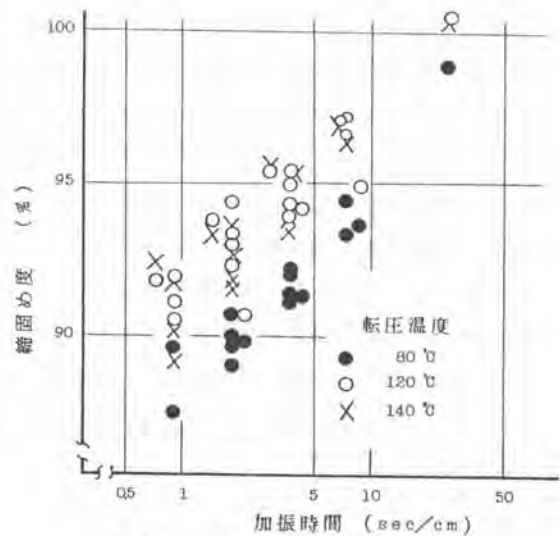


図-5 加振時間締固め度

いほど同一地点を加振している時間が長くなるので、その分だけ仕事量が大きくなり締固め効果が上ることを示している。

(3) 転圧温度

転圧温度をパラメータに加振時間と締固め度の関係を図-5に示す。また、マーシャル締固め試験による温度と締固め度の関係を図-6に示す。この両図でわかるように高温部(120℃~140℃)では締固め度にあまり差は見られないが、それ以下になると温度の低下とともに締固め効果は期待できなくなる。

3.2 機械的条件と締固め効果

機械的条件として、振動数、振幅を取り上げる。

(1) 振動数

図-7に振動数をパラメータに転圧回数と締固め度の関係を示す。振動数の影響について、一般には1,000vpm程度では静的ローラとほとんど差は認められず、2,000~3,000vpmに振動数を上げた場合に急激に締固め効果が表われると言われている。今回の実験でも、振動数の増大とともに締固め度は上がるが、高い振動数における差はあまり認められない。

(2) 振幅

一般には振幅が大きいほど締固め効果が大きいと言われており、今回の実験でもその傾向は見られた。しかしながら実作業中において、直接振幅の変動をとらえる良い方法がないこと、振幅のみを変化させる方法がないことから、振幅の影響について詳細に説明することはできなかった。

3.3 振動締固めエネルギーと締固め度

これまでに締固め効果を表わす指標として多くの式が提案されているが、Porsbladは次式を提案している。

$$C_e = \alpha \cdot W \cdot f \cdot a \cdot \frac{n}{v} \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 C_e : 締固め効果、 α : 定数、 W : ローラ重量、 f : 振動数、 a : 振幅、 n : 転圧回数、 v : 転圧速度である。

この式は締固め面のある地点に加えられる総変位量を表わすもので、次に示すT.D.M (Total Downward Movement) と同じ考えによるものである。

$$T.D.M = f \cdot \frac{a}{2} \cdot t \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 t : 加振時間 $t = b \cdot (n/V)$ 、 b : ローラの接地長さである。

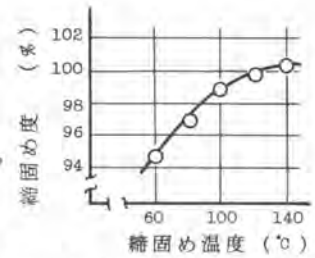


図-6 締固め温度と締固め度

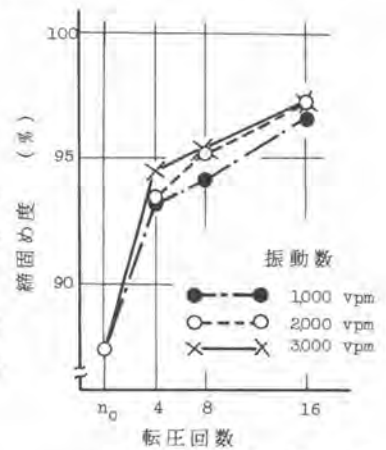


図-7 振動数と締固め度

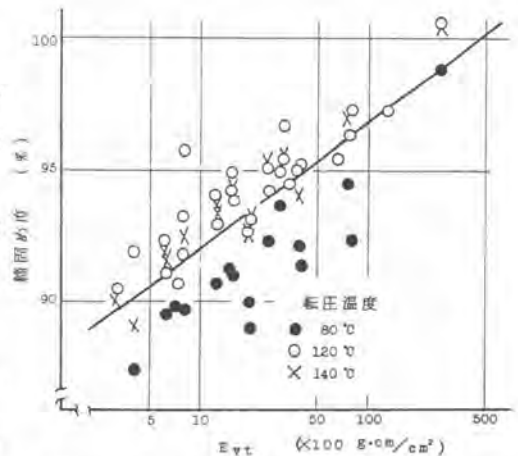


図-8 単位転圧面積当り総エネルギーと締固め度

また、締固め効果と良い相関を示すものとして締固めエネルギーの概念から次に示す締固めエネルギー式がある。

$$E_v = 2a \left(W_v + \frac{F}{2} \right) \text{ ----- (3)}$$

ここで、 E_v : 締固めエネルギー (g・cm)、 a : 片振幅 (cm)、 W_v : 振動体重量 (g)、 F : 最大起振力 (g) である。

(3) 式は 1 振動当りの振動締固めエネルギーを表わしている。そこで加振時間 (n/v) と単位時間当りの締固め回数、すなわち振動数 (f) およびこれらの要因と (3) 式の積を単位転圧面積当りの総エネルギーとして (4) 式で表わしてみる。

$$E_{vt} = 2a \left(W_v + \frac{F}{2} \right) \cdot \frac{1}{B} \cdot f \cdot \frac{n}{v} \text{ ----- (4)}$$

ここで、 E_{vt} : 単位転圧面積当りの総エネルギー (g・cm/cm²)、 B : ローラ幅 (cm)、 f : 振動数 (pps)、 n : 転圧回数、 v : 転圧速度 (cm/sec) である。

(4) 式の振幅については、現在のところ実験中の値を直接測定する良い方法がないため、起振体に加速度計のピックアップを取り付けて得られた加速度から、振動波形を正弦曲線とみなし、それを 2 回積分した値を用いて計算を行った。図-8 は今回の実験結果について、 E_{vt} と締固め度の関係を示したものである。図では 80 °C のグループと 120 °C および 140 °C のグループに分けることができる。そこで先に示した図-6 より $\alpha \propto \ln(T)$ の関係を得たので温度の影響を補正したものが図-9 である。(4) 式および図-9 より締固め効果を上げるには、締固めエネルギーを大きくとれば良いことになる。しかし、表面仕上げ上、路面の平坦性やヘアークラックが発生する恐れがあることなどから、一般には振幅は 0.4 ~ 0.8mm、振動数は 2000 ~ 3000 vpm が適当な範囲にあるように思われる。

4 まとめ

今回の実験および前回の報告より主な点をとりまとめると次のようになる。

- 1) 振動ローラによる締固め効果は、 $E_{vt} = 2a \left(W_v + \frac{F}{2} \right) \cdot \frac{1}{B} \cdot f \cdot \frac{n}{v}$ で表わされる単位転圧面積当りの総エネルギーと良い相関を示す。
- 2) 締固め効果を上げるには転圧温度はできるだけ高い方が望ましいが、120 °C 以上であれば転圧温度による差はほとんどなくなる。
- 3) 本文に述べていないが、振動ローラ転圧による表面の仕上りについては、平坦性、すべり抵抗性、路面粗さなどの点で在来工法と比べて大きな差は認められなかった。

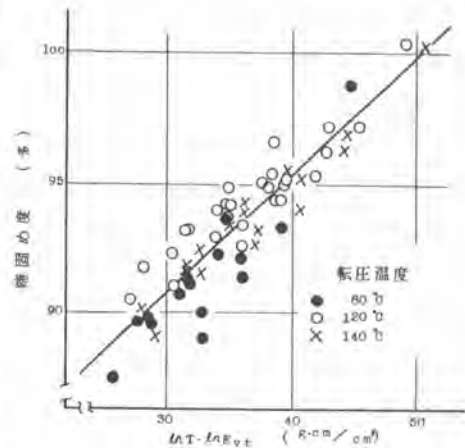


図-9 $\ln T \cdot \ln E_{vt}$ と締固め度