

36. 路上再生工法用ヒーター車の 試作、改良、開発に関する報告

福田道路(株) 平 方 治

1. まえがき

近年 路上再生工法が脚光を浴びている状況下で、当社においても数年前から研究に着手してきた。アスファルト混合物は 200°C を越えるとアスファルトの劣化が激しくなること、混合物の転圧温度が 90°C 以上必要であることを考慮して基礎実験を鋭意積み重ねた結果、小型ヒーター車の組合せによって、舗装体の表面温度と 200°C 以内に抑え舗装体表面下 4cm の混合物の温度を 90°C 程度にするノブの加熱システムを実証した。その加熱システムを基本として施工し易いコンパクト化した施工機械の組合せということを主目的として試作、改良を重ねた。尚、リパーバについては総重量 8ト 、全長 5.5m 、舗設幅 $2.3\text{m}\sim 3.8\text{m}$ という軽量小型化がなされた。

ここでは、それらの過程で重要となった舗装体への加熱方法を中心として、当社が採用した加熱システムの紹介とその加熱システムを用いたリパーブ工法の実施例を紹介するものである。

2. 連続加熱と断続加熱について

室内実験の結果図-1に示すように連続加熱した場合約2分で表面が燃え始めた。しかし、5分経過しても舗装体表面下 $2\text{cm}\sim 4\text{cm}$ は、それ程の温度上昇が望めないことがわかる。また、図-2に示すようにアスファルトが劣化したアスファルト混合物を締固めた場合同じ締固め度を得るためには針入度の低下した方が、より高い締固め温度が必要となる。また同じ温度では締固め度が低下する。

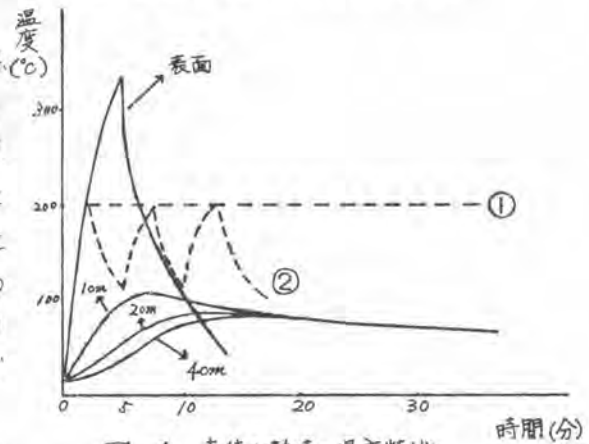


図-1 連続加熱時の温度特性

以上の2点を考慮して極端な劣化が生じ始める 200°C を図-1に示すように破線①のように一定保持する方法と破線②のように何回か断続的に加熱する2通りの方法が考えられる。

今回は、後者②の方法を検討した。

3. 加熱システムの検討

②の断続加熱システムを検討するために次述べる実験を行った。

実験方法

図-3に示すように、舗装体の内部温度を測定するために温度センサーを予め舗装体に埋設しておいた。

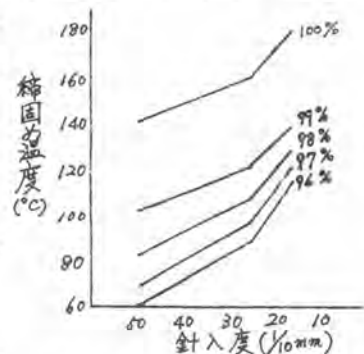


図-2 細粒度ビットアスコン(BF)の締固め特性

次に、LPG赤外線ヒーターのヒーター部を着火して定常状態とした。

図-4. 写真-2に示すように路面ヒーター車も速度V%、ヒーターの発熱体と舗装体表面の距離をXcm、LPGの供給圧をP%、 cm^2 として温度センサーが埋設されている舗装体のU点に加熱する。

その際、ヒーター車がU点を通過する直前と直後に赤外線温度計で表面温度を測定し、ブルースモークの発生の有無を観察した。

また、6点打点式自記温度記録計により経過時間と舗装体表面下1cm、2cm、4cmの温度の経時変化を測定した。今回は予備実験結果からXを10cmとしPを1.5%とした。

実験結果をまとめると表-1のとおりである。

断続加熱時間の時間の総和(t)と各測定位置での上昇温度(ΔT)との関係は、図-5に示したように0から

6点打点式自記温度記録計

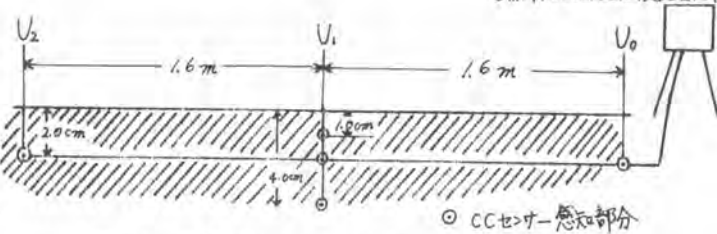


図-3 舗装体のCCセンサー埋設横断面

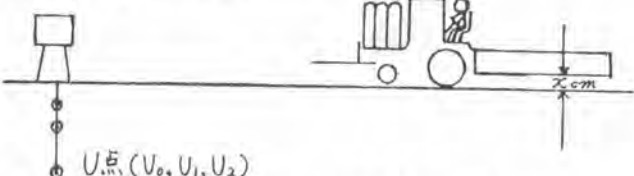


図-4 舗装体温度特性測定



写真-1 実験風景

表-1 実験結果一覧表

NO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
条	X cm	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	P %	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.25	1.5	1.5	1.5
	V %	16.5	11.0	8.3	5.6	4.7	3.2	2.7	4.4	1.8	2.6	2.2	1.6	1.94	1.45	1.3	1.20	0.94
	t min	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1	1.6	1.8	2.7	3.2	3.5	4.7	4.8	5.6	5.8	6.5
件	T °C	39.0	47.0	49.0	54.0	38.0	48.0	58.0	32.0	63.0	37.0	39.0	31.0	19.0	50.0	31.0	35.0	42.0
	K °C	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	24.0	24.0	28.0	24.0	24.0	27.0	20.0	16.0	27.0	18.0	28.0	25.0
結	表面温度	—	—	—	—	—	—	—	195.0	—	185.0	190.0	200.0	196.0	190.0	149.0	205.0	225.0
	白色煙発生	無	無	無	無	無	無	無	無	有	無	無	有	有	有	無	有	有
	ブルースモーク	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	有
	ΔT °C (1cm)	9.0	10.0	14.0	18.0	24.0	34.0	27.0	40.0	52.0	46.0	62.0	80.0	65.0	76.0	72.0	97.0	94.0
	ΔT °C (2cm)	6.0	5.0	8.0	10.0	14.0	25.0	27.0	22.0	40.0	23.0	39.0	52.0	51.0	52.0	58.0	63.0	53.0
	ΔT °C (4cm)	1.0	6.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	10.0	13.0	11.0	18.0	35.0	29.0	34.0	-4.0	46.0	39.0
	ΔT °C (1cm/F)	1.4	2.8	2.8	3.2	3.0	4.7	4.4	5.2	5.9	5.8	8.7	5.2	9.6	15.4	31.4	17.6	13.0
界	ΔT °C (2cm/F)	1.4	2.8	2.8	3.2	4.4	4.6	5.2	6.2	8.0	10.4	10.4	14.4	16.8	32.0	19.4	20.8	
	ΔT °C (4cm/F)	1.4	7.2	6.8	7.2	8.0	9.0	8.0	7.2	10.0	11.2	10.4	14.2	18.8	21.2	34.4	23.2	24.6
	$\Delta \Delta T$ °C	—	—	—	—	5.8	5.0	5.2	7.4	5.4	5.0	6.4	4.8	5.8	6.6	4.6	7.2	5.6

X……発熱体と舗装体表面距離

P……LPG供給圧

V……速度

t……断続加熱時の加熱時間の総和

T……舗装体表面実験前温度

K……外気温

ΔT ……舗装体表面下1.24cmの温度上昇

ΔT ……舗装体表面下がヒーターの温度に達した時間

$\Delta \Delta T$ ……最後のヒーター温度がヒーターの温度に到達するに要した時間(4cmF)

2分程度では、舗装体表面下1cm、2cm、4cmの特性はほぼ直線的な関係にある。

2分以上では温度上昇が低下してゆるやかなカーブを描く。

またその値が5分近辺からほとんど内部は、温度上昇が望めなくなる。

その値が1.8分で白色煙の発生が認められ、6.6分ではブルースモークが見られた。

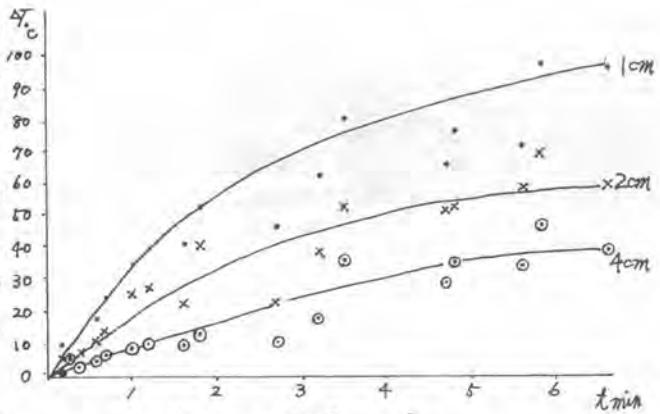


図-5 尤-AT 特性曲線

以上より舗装体表面下2cm~4cmの温度上昇の効率から判断すると5分以下にした方が効率的である。

ブルースモークの発生から見ると6.6分が限度である。

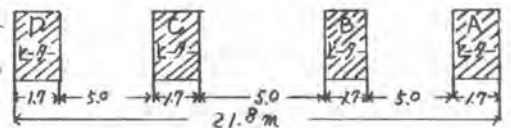
これらのことから②の加熱方法の必要加熱時間を5分と仮定した。

室内実験の結果からその値が約2分で白色煙が発生した点と舗装体表面を燃やさず内部を上昇させるヒーターの速度が約1分以上必要になる点を考慮するとヒーター長は、2m以下となる。

しかし、舗装体表面を燃やさないことを考えてヒーター、ユニット1組の長さを1.7mとする。

前述の5分の仮定と作業効率も考えてヒーター速度を1.5 $\frac{m}{min}$ とすると全長7.5mのヒーターが必要となる。

全長7.5mを1.7mで除すると約4.5組のヒーター



ユニットが必要となる。ここで4組のユニットをA、B、C、Dとする。

さらに、ヒーター、ユニットの長さは2m、幅38cm、供給熱量42万 $\frac{Kcal}{h}$ であり舗装体表面下4cmが、ヒーター通過後、ほぼ4分でピーク値に到達したことからヒーター速度を1.0 $\frac{m}{min}$ ~1.5 $\frac{m}{min}$ とすればユニットとユニットの間隔は4m~6mとした方がよいことがわかる。平均値5.0mを間隔とする。

以上のことから全長21.8mのヒーター車が想定される。図-6にヒーター、ユニットの配置を示した。しかし、ユニット2組で白色煙が発生した点よりBとCを分離した方が舗装体表面を燃やさなくて済むことが推定される。

いわゆるBとCの間は、舗装体表面が燃えそうになったら間隔をわけて表面からの熱の放射をし易くする。逆に、BとCの間の熱放射の激しい時は、間隔を縮める。

また、4組のヒーター、ユニットを使用した実験の結果では、最後のヒーター通過後、ほぼ6分で内部4cmがピーク値をとるとし、

その値を保持することを考慮すれば、Dとリバーの間には、新規石材を換

載した4トンダンプが充分入る。

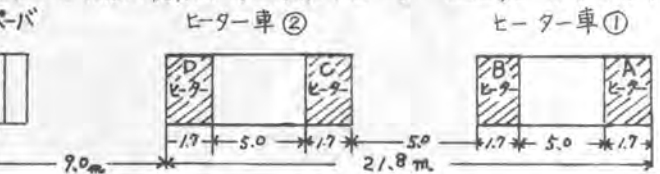


図-7 加熱レイアウト

以上で加熱システムの検討を終るが



写真-2 開発されたヒーター車①

図-7に加熱のレイアウトを示した。

このレイアウトをもとにして写真-2、表-2に示したヒーター車2台が開発された。

このヒーター車2台を使用して測定した温度特性を図-8に示した。

舗装体の表面温度を第1ヒーターで146°C、第2、3、4ヒーターで、ほぼ170°C一定を保持している。舗装体表面下4cmは88°Cまで上昇している。また、針入度の低下は表-3に示すようにあまり低下していないことがわかる。

4. 実施工について

建設省、県土木倉せて4現場5000m以上をこの加熱システムを採用した路上再生工法の内のリペア工法で実施した。

ほとんどブレスモークの発生を見ることなく良好な加熱がなされた。

5. 効果

舗装体表面を200°C以内で保持して、舗装体内部の温度も極力上昇させるための加熱方法が実証された。

また、このことから現場に対処し易いように小型化された。分割されたヒーター車が開発された。

今後、路上再生工法を前向きに検討して行きたい。

最後に御協力下さいました方々に深く感謝致します。



写真-3 実施工風景 国道17号線

表-2 ヒーター車諸元

ヒーター①

重量	7,000kg
寸法	全長×全幅×全高 9,000×2,400×2,500mm
加熱装置	方式 LPG赤外線方式
能力	816,000cal/H
エンジン	加熱量 2,400~3,340mm
出力	32PS/1,600rpm

ヒーター②

重量	7,200kg
寸法	全長×全幅×全高 8,200×2,400×2,500mm
加熱装置	方式 LPG赤外線ヒーター
能力	880,000cal/H
エンジン	加熱量 2,400~3,530mm
出力	38PS/1,800rpm

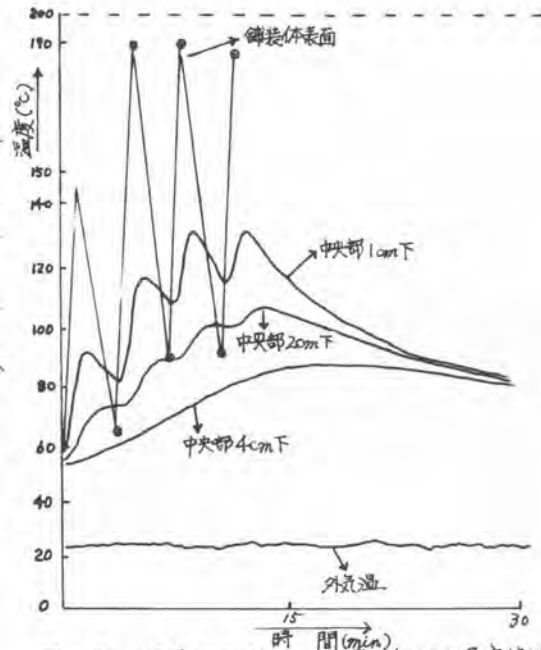


図-8 開発されたヒーター車2台による温度特性

表-3 細粒度キマアップアスノン(13F)のヒーター加熱によるアスファルトの変化

ヒーター速度	試料の採取位置	針入度(%mm)	
		加熱前	加熱後
1.0 m/min	0~2cm	50	43
		42	36
		31	28
	2~4cm	50	47
		42	38
		31	29
1.5 m/min	0~2cm	50	45
		42	37
		31	29
	2~4cm	50	48
		42	39
		31	30