

14. 路上再生工法のヒータ車及びリペーパー (リミキサ)の改造に関する報告

福田道路(株) 加藤 正 二

1. まえがき

路上再生工法において既設舗装を加熱する時に、200℃以上に加熱するとアスファルトの劣化が激しくなる。しかし、かき起し後の転圧温度が90℃以上必要であることを考慮して基礎実験を積み重ねた結果小型ヒーター車の組合せによって、既設舗装体の表面温度を200℃以内に抑えかつ舗装体表面下4cmの温度を90℃程度にすることができる。この加熱方法を採用して施工巾員2.3m～3.8mで尚かつ軽量小型の施工機械の組合せを実用化した。

これらの施工機械の組合せで約4万㎡施工したが施工状況、結果を検討しヒーター車、リペーパーの改造が必要となった。今回は改造の経緯と改造後のヒーター車、リペーパー(リミキサー)を紹介するものである。

2. 室内加熱試験

室内試験はプロパンヒーターを使用して、供給熱量と舗装体表面、表面下1cm、2cm、4cmの温度上昇の関係を把握した。この時の供試体温度特性を図-1に示す。試験時の供試体温度は13℃であった。表面温度は加熱終了時に最高温度に達するが表面下1cm下では加熱終了後約2分で最高温度に到達した。2cm下では約8分後、4cm下では約11分となった。また、この時の最高温度は表面で約330℃、1cm下で105℃、2cm下で約84℃、4cm下で約77℃となった。

ガス圧と加熱距離を変えた一連の試験の深さ方向と最高温度の関係を見ると図-2に示すように、供試体表面から1cmまでは330℃～105℃、1cmから4cmまでは、105℃～77℃となり、表面から1cm付近までは、温度分布巾が大きく、1cmから4cmまでは温度分布巾がせまい。また、発熱体と供試体の距離を近づけると表面、内部とも最高温度は高くなる(No.4)。また供試体との距離が離れば表面温度、内部温度とも低くなる(No.6)。

3. 加熱機械

加熱機械は図-3に示すように灯油ヒーターユニットを開発し灯油ヒーター付きリフォーマを試作した。しかし、この試作機はヒーターの組立て温度管理が難しい為にヒーターとリフォーマを分離した。

灯油ヒーターは、重量7トン、熱風循環式、能力120万Kcal/hとして完成した。

並行して、LPGを燃料としたヒーター車についても検討した。LPGヒーターは短時間で安定し、操作、温度管理は容易である。

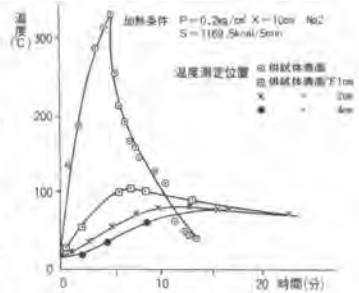


図-1 温度特性曲線

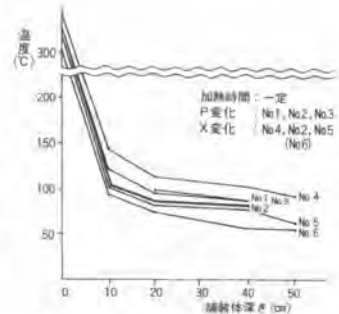


図-2 加熱時間一定とした場合の舗装体深さ方向と最高温度との関係

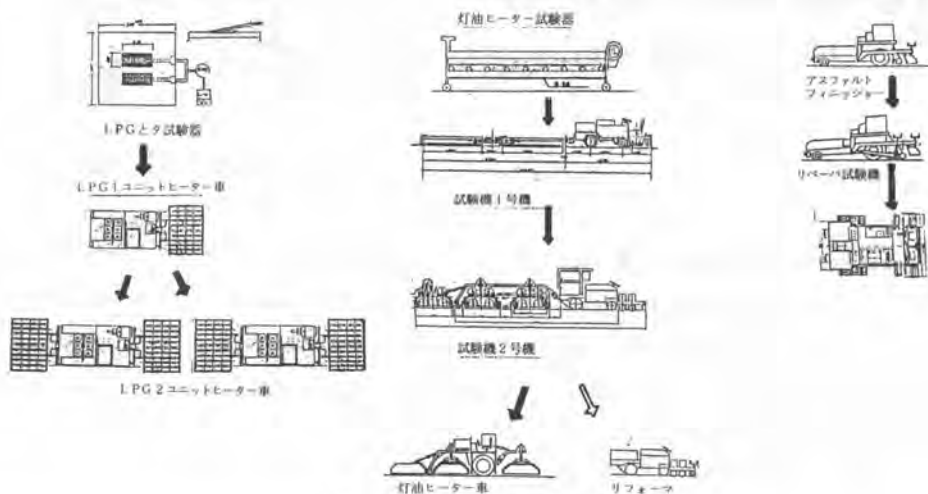


図-3 開発までの流れ図

また、1本2万1千Kcal/hで取付け個数を調整できる。LPGヒーター車は、重量が7.2トン、赤外線加熱方式、能力88万Kcal/hとなった。

尚、リペーパーについては、4.0m級フィニッシャーを改造して試作機を製作し、種々のかき起し方法を検討し実用機を完成させた。

4. ヒーター車の改造点

実施工を踏まえて、次の様な現場で均一な加熱ができなかった。1、日照が障害物で横断方向の一部が防げられ不均一な現場、2、曲率の小さい現場、3、巾員の変化する現場、4、狭少な現場、これらにどう対処するかが課題となったが、1についてはヒーターユニットの前後各々2分割として圧力調整可能とした。2については、ヒーター部を横断方向にスライド可能とした。3については、ヒーターユニットのパーナーを本体の横配列に対して、縦配列として左右各々1列もしくは2列毎に取りはずし可能とした。4については、このヒーター車のくり返し加熱の原理を応用して1.5m、0.4m巾のヒーター車を製作した。

また、無風時の運転席への熱の反射については、運転席のウィンチ、スライド、昇降、ステアリングのスイッチを本体前後各々2個所に取付けた。

5. 加熱の原理

舗装体のある地点での経時的な温度特性の履歴は図-4に示すようになる。第1加熱ユニットで表面はピーク温度を持ち高い温度になる。表面下1cm、2cm、4cmでも同様に温度上昇するが、深くなるに従い温度上昇はゆるやかになり上昇の開始も遅れる。舗装体内部4cmの温度上昇の遅れ時間を考慮して、第2加熱ユニットで加熱し以下第3、第4加熱ユニットを通過させる。尚、各ユニットの上昇温度巾は第1加熱ユニットでは路面温度30℃から180℃程度まで、第2加熱ユニットでは前のユニットの加熱の影響で路面温度は上がっており(70℃)この温度から180℃程度までの上昇巾となる。

第3、第4ユニットも同じであり、昇温温度巾は第1加熱ユニットが最も大きく第2、第3と順次少なくなる。この為、第1加熱ユニットについては他のユニットよりも長くしてある。

路面温度が30℃でかつ4 cm下の温度を90℃程度まで上げる場合は合計で約7.2分の加熱時間が必要である。ここで、断続加熱時間の総和を一定とするとヒーター長と施工速度は比例となる。

図-5は加熱時間を7.2分、施工速度1m/minとするとヒーター長は合計で7.2 m必要となり施工速度2m/minとするとヒーター長は14.4 m必要となる。又、施工速度0.5m/minとすればヒーター長は3.6 mで良いことを示している。

また、図-6に、もうひとつの施工速度を早くする方法としてはヒーターユニットを多くする方法を示す。この場合も施工速度によりヒーター間隔は変わるが、ヒーターユニットが多くなるほどヒーターの合計長さは長くなり施工速度は早くなる。以上のことから、路面温度を上げる温度巾が一定ならば、施工速度はヒーター長の総和つまり各ヒーターの長さでユニット数に影響される。

次に、路面温度について考えると無風時には加熱時間1分で4 cm下の温度上昇は約8℃であることより、路面温度が下がった場合は加熱時間は長くなる。同一ヒーターを使った場合の施工速度とヒーター車配置を図-6に示す。ここで、昭和58年度の同シンポジウムで次の式を提案している。施工速度は次式で仮定できる。

$$V \text{ (m/min)} = \frac{\Sigma L}{T - K} \times \left(\frac{\Delta T_4}{\Sigma t} \right)$$

ΔT_4 は内部4 cmの温度上昇、 Σt は断続加熱の加熱時間の総和、 $\Delta T_4 / \Sigma t = 6 \sim 8 \text{ } ^\circ\text{C/min}$ 、 K は外気温、 $\Sigma L = 7.2, 10.4, 13.8 \text{ m}$ として $T = 90^\circ\text{C}$ をかきほぐしが充分できる4 cm下の温度最低値にとれば、外気温、ヒーター車台数、施工速度の関係は図-7より求まる。これは、外気温が30℃とするとヒーター車2台では、4 cm下を90℃程度とする速度は、ほぼ1.0 m/minということがわかる。又、逆に、外気温が35℃で施工速度を1.5 m/minとして尚かつ舗装内部4 cm下を90℃とすることを望むならばヒーター車台数は3台必要となることがわかる。

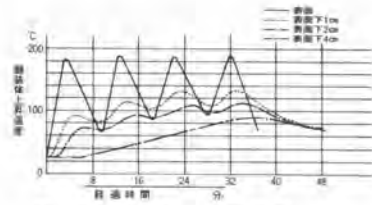


図-4 舗装体温度特性

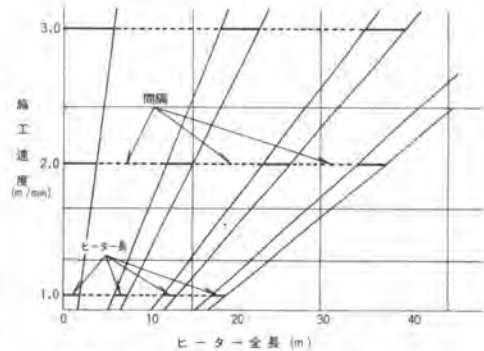


図-5 施工速度とヒーター全長

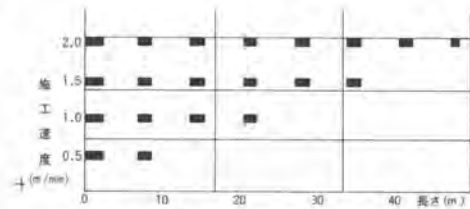


図-6 施工速度とヒーター車配置

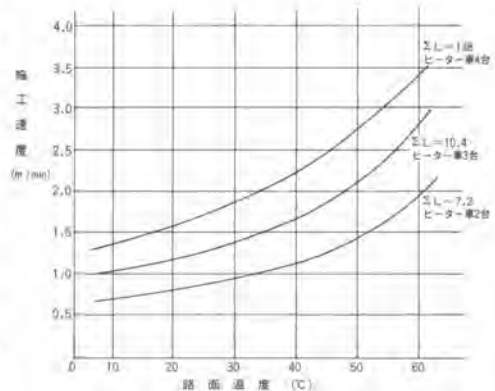


図-7 施工速度と路面温度

尚、加熱の上限を180℃程度にとる理由は、品質面を考慮してである。また、風速が5m/min程度となると加熱時間1分当りの温度上昇は、6℃程度におちる。つまり施工時の路面温度、風速により施工速度は影響を受ける。以上のことから現場状況を検討し状況に応じた施工体制を作ることが良い。

現場状況に応じたプログラムを開発したが、これは、施工延長、巾員、気温、天気、既設合材、新合材厚、ヒーター組合せ、加熱開始時刻を入れるとその日の施工状況をシュミレートできるものである。

6. リペーパー改造の必要性

従来型リペーパーは、加熱を追求することで小型軽量の路上再生機となったが、施工条件の中で対処のむづかしい現場がある。

寒冷地特有の問題として、耐摩耗を考慮し、極端にアスファルト量の多くなっている個所又はアスファルトが集まった部分、写真-1に示したワービット工法のアスモルが一部飛散した個所、この様な横断的に不均一な位置に、かき起した混合物により均すことは経験から好ましくない。又、吸油剤等を既設材と混合する機構を追加させる必要性が生じた。現行リペーパーに横置型二軸バグミルを装着させることによりかき起し混合物を均一に混合して敷均すことができる。又、吸油剤との混合も均一にできる。



写真-1 アスモルが一部飛散した状況

7. 改造後のヒーター車及びリペーパー（リミキサー）

改造後のヒーター車及びリペーパーを図-8・9に示す。

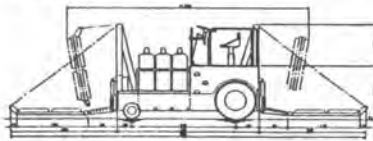


図-8 改造後のヒーター車

表-1 ヒーター車の仕様

重量	5,500kg
全長	8,650mm
全巾	2,360mm
全高	2,350mm
加熱装置	LPG赤外線ヒーター88万Kcal/h
加熱巾	2,400～3,850mm

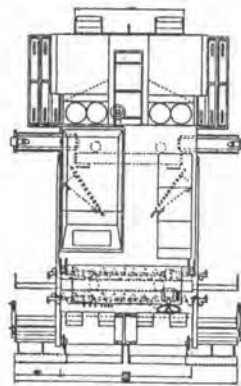


図-9 改造後のリペーパー

表-2 リミキサーの仕様

重量	1,700kg
全長	6,300mm
全巾	2,400mm
全高	2,150mm
かき起こし巾	2,500～3,800mm
舗設巾	2,500～3,800mm
エンジン	120PS/2,000r.p.m

8. あとがき

より現場状況に合った改造型ヒーター車とリペーパー（リミキサー）を製作して総施工面積は60年5月現在で約13万㎡となっているが今後もより現場で使用しやすい様改良を重ねて行きたい。

最後に、御協力下さいました方々に深謝致します。特に協力メーカーであられた範多機械株式会社には多大なる協力をいただき有りがとうございました。