

V-6

アスファルト舗装の強制冷却について

世紀東急工業（株） 正員 増山 幸衛

世紀東急工業（株） 正員 稲垣 竜興

1. はじめに

アスファルト舗装によるオーバーレイやサーフェスリサイクリング等の維持修繕工事をおこなう時、施工後できるだけ早い時期に交通に供することは、交通渋滞の早期解消や施工歩掛りの向上などの面からも強く望まれるところである。しかし、一般に交通開放をおこなう時期が不適切であると、初期のわだち掘れが大きく発生し、ひいては舗装の寿命（わだち掘れの面からの供用期間）が予定より短くなることもある。

初期わだち掘れ等ができるだけ発生しないで、アスファルト舗装が早期に交通に供用できるよう、温度養生の1方法として最適強制冷却方法を検討した。

本論文は、強制冷却に関する基本実験と現場実験を通し、最も効率良く冷却する方法と、その時期の見知方法を検討したものである。

2. 基礎実験について

舗装を冷却する時の媒体は各種のものが考えられるが、実用面を重視し、最小コストのものとして、「水」および「風」を選定した。それらの組み合わせで最適な作業環境を設定するため、室内実験としては以下の条件でそれぞれの効果を検討した。

- a) 水を舗装表面に散布した場合：水の量および水温を変化させ、舗装の温度と水の散布量の関係を見る
- b) 風を吹き付けた場合：風の温度と風速（風量）および舗装面にあたる風の流れの状態（層流、乱流等）を変化させ舗装の温度変化の関係を見る
- c) 水と風を舗装面に当てた場合：上記a), b)の条件で最も効果的なものの相乗効果を見る
- d) 間欠（断続）冷却をおこなった場合：現場での実作業を想定し、間欠冷却の効果を見る

以上の条件でおこなった室内での実験結果で、次のことが明らかになった。

- ① 水の吹き付け量は多い程効果は大きいが、 $0.2 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$ を超えると効果の増大は期待できない。
- ② 舗装面に当たる風速は早い程効果は大きい、 20 m/sec を超えると効果の増大は期待できない。
- ③ 風、水の相乗効果はそれぞれ単体より大きく、自然放置と比べ約1/5以下の養生時間となった。
- ④ 風温、水温は、媒体を冷やすコストの割りに効果に大きな影響は無い。
- ⑤ 風の流れは、乱流状態の方が効果は大きい。
- ⑥ 間欠強制冷却作業における検討では、図-1に示す結果を得た。定位置測定時の路面風速 20 m/min 、散水能力量を $0.3 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$ とし、供試体の通過時間を変化させた結果、散水量としては $0.03 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$ 以上では効果に大きな違いは見られない。

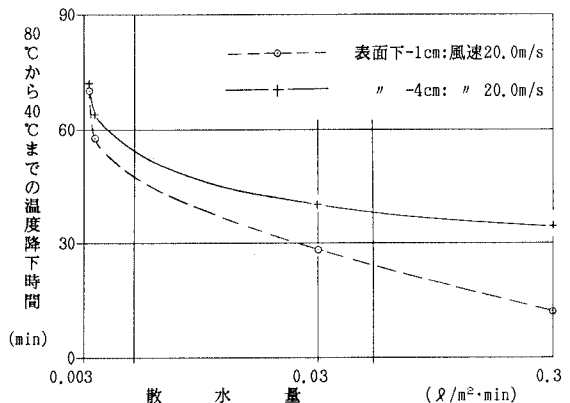


図-1 間欠強制冷却による散水量と冷却時間の関係

この結果から、現場での実作業としては、上記と同一散水能力量、風速に設定した場合、施工速度 $V (\text{m/min})$ と反復回数 $n (1/\text{min})$ （通過回数）は次の関係が望ましいといえる。 $(0.3/V) \cdot n = 0.03 \dots (1)$

なお、式(1)を一般式とする場合は散水能力量を $W (\text{l/m}^2 \cdot \text{min})$ とし $(W/V) \cdot n = 0.03 \quad \text{i.e.,}$

$$V = 0.03 \cdot W \cdot n \cdots \cdots (2) \text{ を得る。}$$

3. 強制冷却の効果について

上記基礎実験に基づき、実用的な強制冷却機を製作し、室内実験では得られなかった最適作業のための基礎データの収集実験をおこなった。冷却効果と気温の関係を把握するため、夏期および冬期における実験をおこない図-2に示すクーリングカーブを得た。施工時の諸条件は表-1に示す。

表-1 施工条件

	暑い時期	寒い時期
施工月日	S63. 8. 30	H 2. 3. 1
施工時間	11:30~	3:05~
天候	晴れ	曇り
気温	30~35℃	4℃
風速	0.5~2.0m/sec	0.2~1.8m/sec
冷却機の種類	タイヤロー車載式	パターカー
冷却施工時間	180分 ¹⁾	21分

¹⁾ 冷却施工時間が180分と長いのは、過冷却の効果を見るための実験を行なったため、所定の温度(40℃)まで冷却する為の作業としては、108分で終了している。

実験の結果からは次のことがいえる。

- ① 夏期における自然養生では、舗装体の平衡温度は比較的高い。(実験例では50℃)
- ② 夏期における強制冷却効果は大きく、50℃を交通開放温度とすれば約150分短縮できる。
- ③ 冬期では(実験は夜間作業)強制冷却による効果は見られるが、実用的に有意な差は無い。

4. 強制冷却の最適作業について

実用機を用いて強制冷却の最適作業(最も効率のよい強制冷却効果を出すための作業)をおこなうための要因について検討した。

基礎実験および実用機による実験から、強制冷却をおこなう場合の影響の大きい要因として表-2に示すものが考えられる。特に外的要因として、日射量(輻射熱)の影響が大きく、定速作業を行なう場合散水能力量(W)と相関する要因である。必要散水能力量は式(3)によって求める事ができる。

$$W = k(F - t) + w \quad (\text{ℓ/m} \cdot \text{min}) \cdots \cdots (3)$$

k: 気温等により決まる係数 (ℓ/m・min・℃)

F: 輻射熱温度 (℃) (輻射熱吸収板の温度)

t: 舗装の表面温度 (℃) (放射温度計による)

w: 作業速度等で決まる基本散水能力量 (ℓ/m・min)

作業完了時期は、式(3)によって必要散水能力量の水が散布された場合、次の2条件により判定できる。

① 同一路面の10分間の温度差 $(t_{n-10} - t_n) < m(T - t_0)$

② $t_n < T$ ただし T: 開放予定温度、 t_n : 測定時温度、 t_0 : 気温、m: 季節等により変化する係数 外的条件により作業標準を設定した例を表-3に示す。

5. まとめ

現段階での強制冷却に関する基本的なデータと、その処理の考え方について述べた。しかしデータの量が十分でなく、各係数を含むデータを一般化するまでに到っていない。現在、最適作業を自動化するため、今回検討した基本的考え方を基に、気温や天候などの外的条件をセンサーで取り込み、散水噴霧量等を自動制御するシステムの開発を進めている。次の機会に発表したいと考えている。

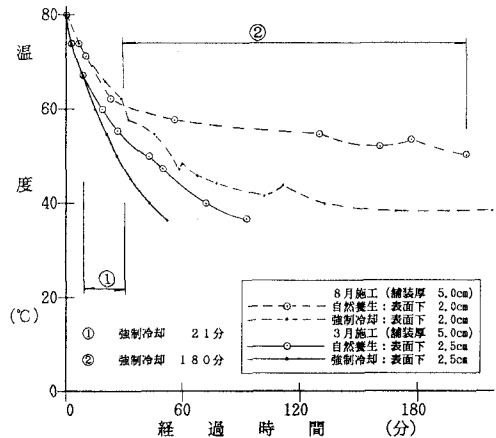


図-2 8月と3月における舗装体の温度降下状況の比較

表-2 強制冷却に関する要因

	要因	影響度
外的	日射量 気温 風	大 大 中
機械的	散水量 風速 施工速度	大 大 一

表-3 外的要因と施工条件

外的要因	舗装体表面温度	
	60℃程度以下	60℃程度以上
吹き付け風速(m/sec)	2.0	2.0
施工速度(km/h)	2	2
散水噴霧量(ℓ/m ² ・min)	0.03	0.05
々(日射量が大)	0.07	0.05