

アスファルトオーバーレイの力学的効果について

東北大学工学部 正員 村井貞規
東北工業大学工学部 正員 高橋彦人
東北大学工学部 正員 福田 正

1. はじめに

昭和30年頃から40年代にかけて数多くのコンクリート舗装が施工されたが、破損が進みアスファルト混合物によるオーバーレイが行われてきている。こうしたオーバーレイは、舗装の寿命を延ばすために行なわれるものであるが、その効果としては、1)舗装の荷重分散効果が増す、2)コンクリート舗装版内に発生する温度応力を減少させる、3)雨水が路盤、路床に浸入するのを防止する、4)自動車の走行性を改善し舗装版への衝撃を減らす、5)交通騒音を軽減する、といったことが考えられる。こうした効果については、これまで経験的に述べられてきたが、本研究においては上記のうちの1及び2のオーバーレイが舗装版に与える力学的効果について解析を行ない定量的にその挙動を明らかにした。

2. 舗装内温度分布及びその応力

オーバーレイされたコンクリート舗装版は、そのオーバーレイ厚の程度により温度による影響が低減される。いま多層構造表面での温度変化を $\theta = \theta_0 \sin \frac{2\pi}{T_0} t$ と仮定すると、その下の舗装版内の温度は次式によって表わされる。

$$\theta_z = A \left[C_1 \sin \left(\frac{2\pi}{T_0} (t - \tau) \right) - \frac{e^{-\frac{2\pi z}{T_0}}}{T_0} \right] + B_2 \left[\sin \left(\frac{2\pi}{T_0} (t - \tau) \right) - \frac{e^{-\frac{2\pi z}{T_0}}}{T_0} \right] \dots (1)$$

図-1, 2はこの結果の一例を示したものであるが、10cmのオーバーレイで舗装版内の温度差は約1/4に減少していることがわかる。($\theta_0 = 10^\circ\text{C}$)

このような温度差に対して舗装版内に生じるその応力をKelleyのその応力に関する以下の式から求めた。

$$\sigma_{xe} = C_x \frac{\alpha E \theta'}{2} \dots (2)$$

$$\sigma_{xi} = \left(\frac{C_x + \nu C_y}{1 - \nu^2} \right) \frac{\alpha E \theta'}{2} \dots (3)$$

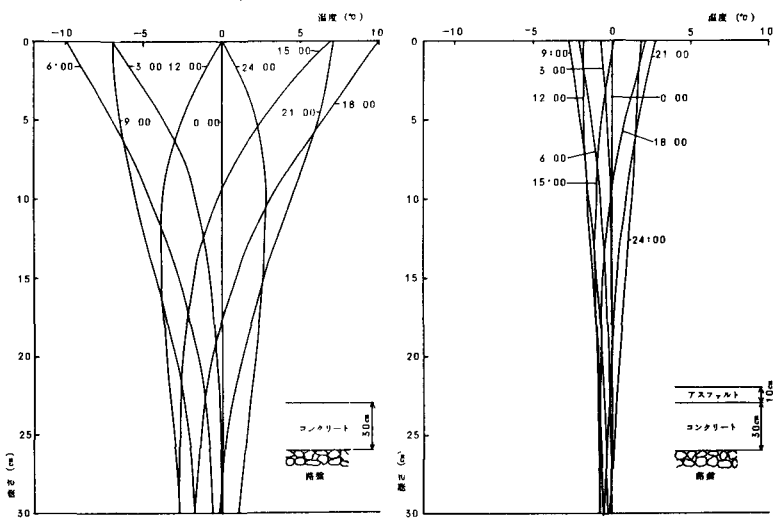


図-1 コンクリート舗装版の温度変化(オーバーレイなし) 図-2 コンクリート舗装版の温度変化(オーバーレイ)

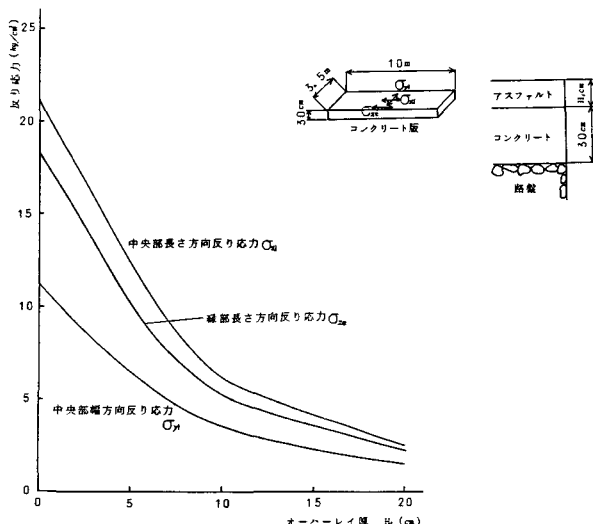


図-3 オーバーレイ厚とそり応力の関係

$$\sigma_{yi} = \left(\frac{C_1 + \nu C_2}{1 - \nu^2} \right) \frac{\alpha E \theta}{2} \quad \dots (4)$$

ここに σ_{xe} : 舗装版縁部のそり応力 σ_{xi} : 舗装版中央部の長さ方向のそり応力, C_1 : 係数 α : コンクリートの膨張係数, θ : 温度差, ν : ポアソン比である。図-3はそり応力とオーバーレイ厚の関係を示したものであるが中央部長さ方向ではオーバーレイ厚が5cmで約1/2に減少しており、10cmではほぼ1/4になっている。また中央部短方向でも約1/2に減少している。このようにオーバーレイはコンクリート舗装版の応力を減少させるのにきわめて効果があることがわかった。

3. 荷重分散効果

オーバーレイされたコンクリート舗装版は、アスファルト混合物とともに全体として平板として挙動すると考えられる。そこで荷重により舗装版内に生じる応力を複合板として解析し、等値換算厚を求め、さらにその換算厚に対して Westergaard の式からコンクリート舗装版の応力を求めた。複合板の中央面からオーバーレイ境界面までの距離を η とすると

$$\eta = \frac{1 - \nu \beta^2}{1 + \alpha \beta} \frac{H_2}{2\beta} \quad \dots (5)$$

となる。ここに $\alpha = \frac{E_2}{E_1} \frac{1 - \nu_1}{1 - \nu_2}$, $\beta = \frac{H_1}{H_2}$, H_1 : 層厚, ν : ポアソン比である。これから等値換算厚 H^* は次式で表わされる。

$$H^* = 2(H_2 - \eta) \quad \dots (6)$$

この等値換算厚と Westergaard の式から舗装版下面の応力を載荷位置について表したのが図-4, 5, 6である。載荷板の半径を 20cm, 載荷荷重を P , $\nu_1 = 0.4$, $\nu_2 = 0.25$, $E_2 = 30000 \text{ kg/cm}^2$, $k = 70 \text{ kg/cm}^2$ と仮定した。またアスファルト混合物は温度条件によって弾性係数が変化することから3種類の値を用いた。この結果によれば、コンクリート舗装版の応力は中央部載荷、隅角部載荷、縁部載荷の順で大きくなり、版厚が薄くなるほどオーバーレイによる効果が表われている。オーバーレイによる効果はアスファルト混合物の弾性係数 $E_2 = 30000 \text{ kg/cm}^2$ とした場合、オーバーレイ厚 10cm で1割程度応力を減少させることができるが、弾性係数を 10000 kg/cm^2 とした場合ではほとんど効果がないことが示された。

4. あとがき

アスファルトオーバーレイの力学的効果として、温度応力の低減にはきわめて有効であること、また荷重分散効果はさほど大きくないことが定量的に明らかにした。今後さらに実験を含めて解析を継続していく予定である。

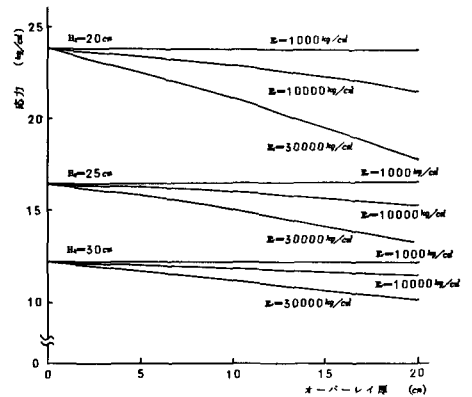


図-4 中央部載荷によるオーバーレイ厚と応力の関係

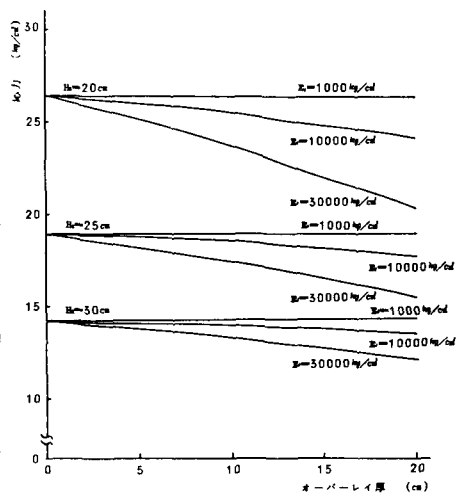


図-5 隅角部載荷によるオーバーレイ厚と応力の関係

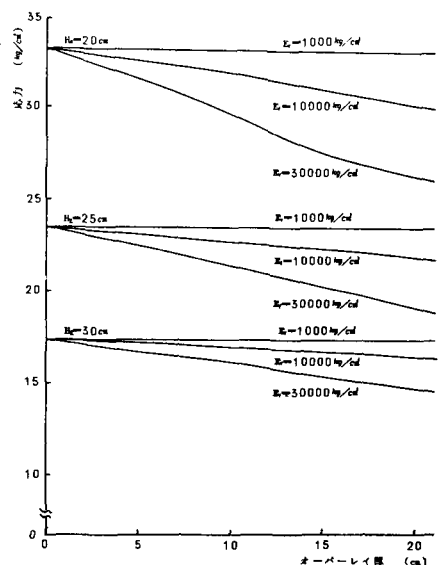


図-6 縁部載荷によるオーバーレイ厚と応力の関係