

コンクリート平板舗装の力学的挙動に及ぼす形状寸法の影響

石川工業高等専門学校 正員 西澤辰男
 日本道路技術研究所 野田悦郎
 東北大学工学部 正員 福田 正

1. まえがき

コンクリート平板舗装は通常のコンクリート舗装とは異なり、工場で製作された比較的小さな寸法のコンクリート平板を路盤上に設置して施工されたものである。製造、運搬、設置の都合を考慮し、コンクリート平板の寸法は1辺が0.5-2.0m程度であり、コンクリート平板相互の連結は単純な突合せ目地となっている。工場製作されたコンクリート平板を用いるため、十分な強度を有し品質が安定している点、施工にあたって大型の施工機械が必要なく養生期間も必要ない点が最大の特長である。

しかしながら、平板自体の寸法が小さいため、コンクリート平板自体の荷重分散能力が低いなどの欠点も有している。特に、平板の形状や寸法によって舗装の荷重分散能力や平板内の応力状態が大きな影響を受けるため、平板寸法を決定するにあたっては製作や施工における条件に加え、舗装としての力学的な挙動を十分に把握しておくことが重要である。

本研究の目的は、交通荷重に対するコンクリート平板舗装の力学的挙動を把握することであり、FEMによる数値解析によって、比較的小さなコンクリート平板の応力状態および変形状態を検討する。

2. FEM 解析

平板の形状寸法の影響を検討するために、形状パラメータとして a を平板の短辺、 b を長辺、 h を厚さとして、表-1のように変化させた。なおFEMの要素分割としては、すべての形状に対して $10 \times 10\text{cm}$ の正方形要素に分割した。数値解析に用いる材料定数を表-2のように設定した。

基本的な荷重条件として、中央部、縁部、隅角部の3種類の荷重条件を想定した。中央部荷荷は最も応力やたわみが小さく、コンクリート平板にとっては有利な荷重条件である。縁部荷荷は目地などを車輪が通過するときの荷重状態であり、最も大きな応力が生ずる。隅角部荷荷は最もたわみが大きくなり、路盤に対する負担を大きくする荷重状態である。また、荷重作用位置からやや離れた点において表面に大き

表-1 計算で設定した形状パラメータ

(単位:cm)

a	b	h
100	100, 150, 200, 250, 300	20
150	150, 200, 250, 300	
200	200, 250, 300	
250	250, 300	
300	300	

表-2 計算で設定した数値

項目	数値
コンクリートの弾性係数	$300,000 \text{ kgf/cm}^2$
コンクリートのポアソン比	0.2
路盤k値	7.5 kgf/cm^3

な引張応力が生ずる。以上の3つの載荷条件において、5tの輪荷重を $30 \times 30\text{cm}$ の面積の等分布荷重として作用させた。

3. 解析結果

図-1に中央部載荷の場合の最大応力と寸法の関係をまとめた。実線は長辺方向(b の方向)の応力、 σ_b 、破線は短辺方向(a の方向)の応力、 σ_a を示している。 b が大きくなるほど σ_b が大きくなるが、 σ_a はそれほど変化しない。黒丸は正方形($a=b$)のときの応力状態を示しており、 $\sigma_a=\sigma_b$ となる。この場合、辺の長さが大きくなるほど応力は大きくなるが、1辺の長さが200cm以上になると応力の変化は小さい。

図-2に縁部載荷の場合の最大応力と寸法の関係をまとめた。この場合、荷重が作用する縁部の辺の長さが b 、もう一方の辺の長さが a である。正の値は荷重直下の下面に生ずる縁部方向の引張応力であり、負の値は荷重作用位置からやや離れた点の表面に生ずる引張応力である。荷重直下の引張応力は b が大きくなると大きくなるが、 a にはあまり影響されない。荷重から離れた点に生ずる表面の引張応力は a

の長さが大きくなるほど大きい。つまり細長い平板の先端に荷重が作用すると、表面に長手方向の大きな引張応力が生ずる。このようなことから縁部載荷においては、 a/b の比が大きい細長い平板の場合、荷重から離れた部分の表面からひびわれが発生する可能性がある。

図-3に隅角部載荷の場合の最大応力をと寸法の関係まとめた。正の値は荷重直下の引張応力であり、負の値は荷重作用点から離れた点の表面に生ずる引張応力である。値としては表面の引張応力の方が大きく、隅角部載荷の場合にはこの応力がクリティカルになる。全体として寸法が大きいほど応力は大きくなるが、表面の引張応力は細長いほど大きくなる傾向があり、正方形のときに最も小さい。

4. まとめ

コンクリート平板舗装の力学的挙動に及ぼす形状寸法の影響について、FEM解析によって検討した。その結果は次のとおりである。

1. たわみは寸法が小さいほど大きい。たわみが大きいと路盤に対する負担が大きくなり、エロージョンが進行するなど路盤が損傷しやすい。したがって、寸法の小さな平板を用いる場合には路盤の強化などの対策を行う必要がある。
2. 応力は寸法が大きいほど大きい。すなわち、寸法が大きいと平板によって荷重が分散されるようになるため、平板内に生ずる応力が大きくなる。したがって、寸法の大きな平板においては相応の版厚が必要である。
3. 平板の形状は正方形が最適である。細長いと応力の発生方向が偏り、一方向に大きな応力が生ずる。特に、縁部および隅角部載荷においては荷重作用点から離れた点の表面に大きな引張応力が生じるので、極端に細長い形状は避ける必要がある。

コンクリート平板舗装の力学的挙動は、ある程度目地における荷重伝達の効果を受けると考えられるが解析では無視した。この目地の荷重伝達の機能については実験による解析を含めて検討中である。形状寸法の比較的小さいコンクリート平板舗装は温度応力(そり応力)が小さいことも設計上有利である。この点に関しても今後の研究課題としたい。

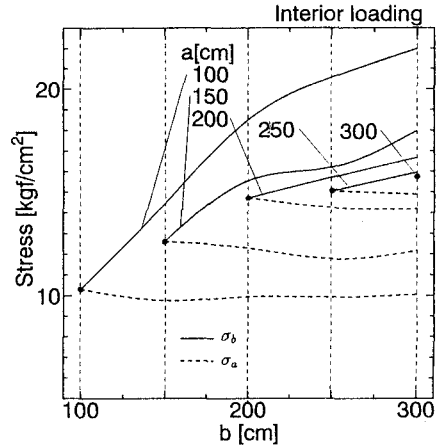


図-1 最大応力と寸法の関係（中央載荷）

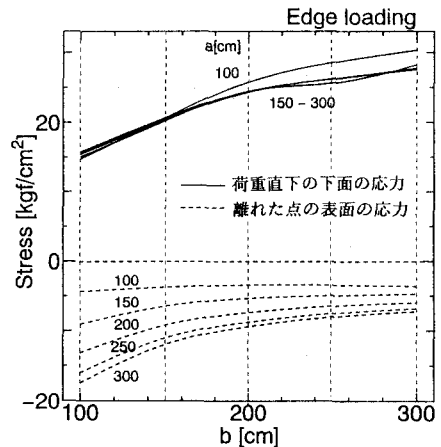


図-2 最大応力と寸法の関係（縁部載荷）

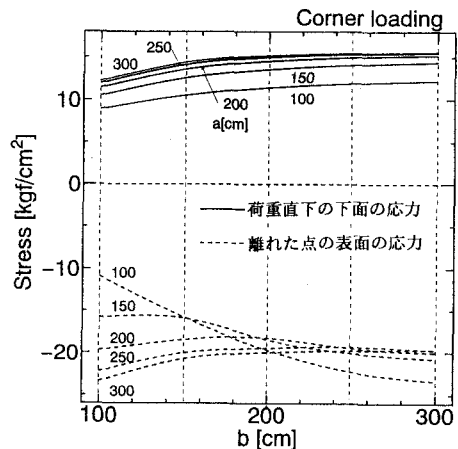


図-3 最大応力と寸法の関係（隅角部載荷）