

走行位置の変化によるコンクリート舗装板の応力

東北大学大学院 学生員 ○ 谷中保男
東北大学工学部 正員 山崎克範
高誠建設 正員 高橋太助

1. 走行位置とコンクリート舗装

自動車の車輪走行位置は、舗装表面の摩耗問題、繰り返し荷重による疲労破壊問題、わだちぬれ等、舗装に及ぼす影響が大きい。しかるに、現行の舗装設計⁽¹⁾で仮定されている走行位置は昭和30年代の調査結果を基準としたものであり、車線主義の徹底した今日では明らかに異なり矛盾している⁽²⁾。本研究は、実験と解析によって走行位置の変化によるコンクリート舗装構造への影響について考察を行なったものである。

2. 載荷実験

載荷実験に用いた試験舗装は、幅員3.25m、長さ10m、厚さ25cmのコンクリート板である。中央部に設けられた縦目地はタイバーで連結されており、横目地はスリップバーで連結されている。路盤の平板載荷試験による測定値は $K_{30} = 28 \text{ kg/cm}^2$ である。コンクリートの強度特性は、施工時に供試体を作製し材令28日で求めた。これによると、曲げ強度：57.3～63.9 kg/cm^2 、圧縮強度：407～512 kg/cm^2 、弾性係数： $3.26 \times 10^5 \sim 3.55 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比：0.21～0.26の範囲であることがわかった。

コンクリート版の曲げ応力を測定する為に、施工時にカールソン歪み計を埋設した。

載荷実験は、全重量21.25t、後軸荷重15.10t、後車輪荷重7.55tのトラックを用いて行なった。カールソン歪み計埋設位置の真上にくるように、種々の走行位置で自動車の後輪を静的に載荷した。実験結果は、解析結果とともに図に示した。

横目地でのスリップバーを通しての荷重伝達は約70%程度であることがわかった。一方、縦目地でのタイバーを通しての荷重伝達はかなり小さく、約40%程度であることがわかった。また、縦目地部での最大曲げ応力は自由端のそれとほぼ等しくなっている。

3. 応力解析

Westergaardに始まって以来、コンクリート版の曲げ応力を求める式が数多く提案されている。しかし、これらはコンクリート版を半無限板もしくは無限板として考えており、その縁部や中央部載荷に関しては求められているが、有限板の任意点載荷に関しては未知である。実際にはコンクリート版は有限板であり、有限板に対する任意点での載荷における解析が比較的容易に得られる差分法によって曲げ応力を求めた。

バネ支承(Winkler支承)上にある薄板についての撓み基礎方程式は次式で与えられる。

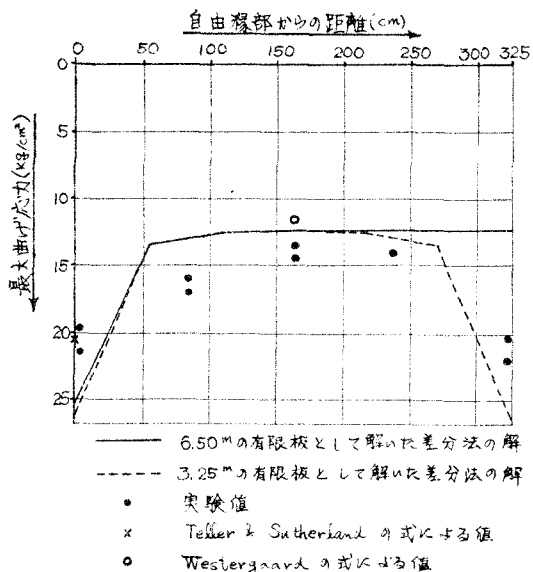
$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{P(x, y) - R w}{D}$$

ここに w ：板の撓み

$P(x, y)$ ；点 (x, y) における荷重強度

R ；支承のバネ定数

図 荷重直下点での最大曲げ応力値



D ; 板の曲げ剛性 $= \frac{E t^3}{12(1-\nu^2)}$, E ; 板の弾性係数, t ; 板厚, ν ; 板のポアソン比

上式を差分化し、境界条件に応じて縁部点に関する差分式を求めた。この場合の板の寸法は、 3.25×6.50 m の長方形と 6.50×6.50 m の正方形の2種類である。格点数は前者が49, 後者が91である。

計算に用いた諸数値は、 $E = 3.42 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.227$, $t = 25 \text{ cm}$, $q = 12.73 \text{ kg/cm}^2$, λ (格点間隔) $= 54.17 \text{ cm}$, $P = 7550 \text{ kg}$, $D = 4.695 \times 10^8 \text{ kg cm}$ である。

荷重直下での曲げ応力の解析結果は図に示した。併せて、縁部に対しては Teller & Sutherland の式による値、中央部に対しては Westergaard の式による値を示した。これによると、縁部での曲げ応力は解析結果の方が大きい値を示し、中央部では実験値の方が大きい値を示している。測定点をふやせば両者の値は近づくものと思われる。その傾向は、 3.25 m の有限板として解いた場合の方が実験値とよく一致している。また、自由縁部及び幾何地縁部から 80 cm 程度内側に入った点ではほとんど中央部の状態とみなせることがわかった。

荷重位置の移行による曲げ応力との比を低減率とする。解析の結果、縁部載荷に対しては縁部からの移行距離が 15 cm で 1.00 , 45 cm で 0.66 , 75 cm で 0.40 , 105 cm で 0.18 と求められた。中央部載荷に対しては、同じく 15 cm で 1.00 , 45 cm で 0.59 , 75 cm で 0.33 , 105 cm で 0.16 と求められた。

4. 走行位置の調査

従来の走行位置(昭和30年代)が道路の中央縁付近で最も走行頻度の高い分布となっているのに対し、現在の走行位置は一車線内で2つのピークをもつ分布となっていることが調査結果から求められている。これは道路幅員が単線主義によって決定されるようになってきた事、運転者自身が車線を順守して走行するようになってきた事、道路交通法によって中央線乗り越えが禁止された事等の原因によるものと考えられる。

特に舗装構造に大きな影響を及ぼす大型車の走行位置について調べてみると、幅員 3.50 m 片側一車線の二車線道路については、従来の最多走行位置が中央縁付近で走行頻度が 0.25 となっているのに対し、現在では中央縁から 90 cm 、縁部区画線から 50 cm の位置で走行頻度はそれぞれ 0.27 , 0.25 となっている。

5. 舗装への影響

従来の走行位置で、解析から求めた低減率を用いて縁部に設計基準をおいてコンクリート版の疲労を計算してみると、現在の走行位置のそれより過大に安全であることがわかる。むしろ現在の走行位置からみると、中央部に設計基準をおいた方が望ましいと思われる。ただ、縁部近くでの走行頻度が大きいことが問題である。

以上のことから次のようなコンクリート舗装構造の改良が望まれる。すなわち、荷重伝達装置、特にタイバーの荷重伝達効果を大きくすること、また自由縁部に対しては路肩にある側帯と本線のコンクリート版を一体に同じ構造とすることなどが必要である。このような改良によって、合理的でしかも耐久性のある構造とすることが可能となる。

本研究は、東北大学福田正教授の指導のもとに行なった。

参考文献

- (1) セメントコンクリート舗装要綱, 日本道路協会 (昭和47年)
- (2) 堀田正, 遠藤成夫, 山崎克範, 鈴木登夫; 「自動車の走行位置とその舗装構造への影響」, 昭和49年度東北支部技術研究発表