

IV-63 目地のある舗装の熱膨張座屈

日本大学理工学部 交通工学科 正会員 川口 昌 宏

I. 緒 言

十分長い連続舗装の熱膨張座屈としては、目地から遠く離れた内部における座屈および剛体に接した端部で生ずる座屈が考えられる。この座屈は既に述べたように、可能性は非常に少い。座屈のメカニズムは、扁平なアーチにみられるような移動現象と考えられ、座屈荷重を厳密に計算することは困難である。エネルギー的考察によって、先に筆者が求めた値は、座屈荷重の下限であり、このことは、模型実験によっても裏づけられた。それによれば、10cmの舗装の場合、 38°C 、20cmの場合 54°C 以上の温度上昇に耐え得るという結果が得られたのであるが、実験結果はこれよりさらにかなり大きい値を示している。^{1), 2), 3)}

一方無筋コンクリート舗装においては、収縮目地を入れなければならない。このときすぐわかることは、目地で舗装の剛性は著しく減ずることである。舗装の座屈に対する抵抗は、曲げ剛性と自重だから、目地の部分で曲げ剛性が小さいことは座屈に対して危険になる。すなわち、これまで舗装に座屈が生じた場合には、まず目地部における座屈ではなかったろうか。

そこで、膨張目地あるいは収縮目地によらず、舗装の目地を、舗装の曲げ剛性が特別に小さい場所と考えて、舗装の座屈を研究した。

II. 方 程 式

1) 仮 定

目地で規則的に区切られた場合を考える。解析にあたっては、連続舗装の場合とほとんど同じ仮定を行う。さらに、次の仮定を加える。(イ)座屈に際して舗装が路盤の方向に沈下することはほとんどないので、路盤は剛と考える。(ロ)目地の曲げ剛性はゼロであるとする。また、目地での接触条件は最も簡単に考えて、ヒンジとする。

2) 基本方程式

図1のモデルに基づいて基本式を立てる。すなわち持上り前にPであった軸力は持上り後に P_A になる。[L, V]の間では持上りによる伸び変形に基づき舗装が移動するため、路盤と舗装との間に f_0 なる摩擦力が働く。したがって軸力に関する釣合条件として

$$(V-L)f_0 = P - P_A \quad \dots\dots (1)$$

軸力はPから P_A に減少して舗装は伸びるわけであるが、これは持上りによる軸線の伸びに等しい。すなわち

$$\frac{P - P_A}{EA} \cdot L + \frac{P - P_A}{2EA} (V - L) = \frac{1}{2} \int_0^L w'^2 dx \quad \dots\dots (2)$$

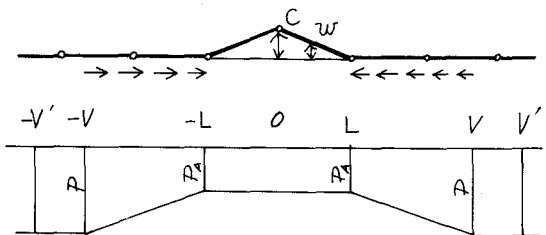


図 1.

鈎合条件は、持上っている部分について

$$EI w'' = - \left\{ -P_A (c-w) + \frac{8x^2}{2} \right\} \dots (3)$$

この方程式の一般解は

$$w = A \sin rx + B \cos rx - \frac{8x^2}{2EI r^2} + C + \frac{8}{EI r^4}, \quad r = \sqrt{P_A/EI} = \sqrt{P_A/E} \cdot \pi/L \dots (4)$$

ここで考えている鋪装の境界はヒンジで路盤は剛と考えているから、境界条件は

$$x=0, w=C \quad ; \quad x=L, w=0, w''=0 \dots (5)$$

$$\text{これより} \quad B = -\frac{8EI}{P_A^2}, \quad A = (1 - \cos rL) \cdot B / \sin rL, \quad C = \frac{8L^2}{2P_A} \dots (6)$$

エネルギー的考察のため座屈前後のポテンシャルエネルギー U と U_A を求めると

$$\left. \begin{aligned} U &= \frac{P^2 V'}{2EA}, \quad V' = L + \frac{P}{f_0} > V \\ U_A &= \frac{P_A^2 L}{2EA} + \frac{1}{2EA} \left(\frac{P+P_A}{2} \right)^2 (V-L) + \frac{EI}{2} \int_0^L w''^2 dx + \frac{g}{6} \int_0^L w dx + \frac{g}{2} \int_0^L w^2 dx \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

U_A の最後の項は、路盤のバネ作用による項である。これを加えたわけは、パラメーター P_A の与え方によっては、沈下した変形も出てくる可能性があり、これを考慮するためである。

III. 座屈荷重の計算

エネルギー的考察によれば、飛移座屈の下限座屈値が求められる。すなわち、座屈前後のポテンシャルエネルギーを等しくするような圧縮力として求められる。すなわち、

$$\Delta = U - U_A = 0 \dots (8)$$

これは、 Δ を P_A に関する方程式と表えて計算すればよい。(東大大型計算センター利用)

IV. 結語

座屈温度上昇は、目地間隔が大きくなるにつれ大きくなる。これは、鋪装の座屈がいわゆるオーラ座屈では全く説明できないことを示すものである。また、目地をヒンジと仮定し、端部を理想化しているために、安全側になりすぎ、目地間隔がゼロになると温度上昇もゼロとなっている。

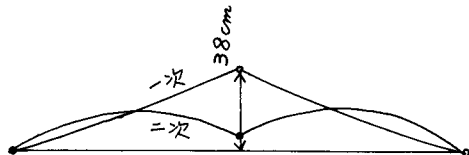


図2. 座屈モード. 板厚 25cm
目地間隔 10m, $E = 3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $f = 1.5$

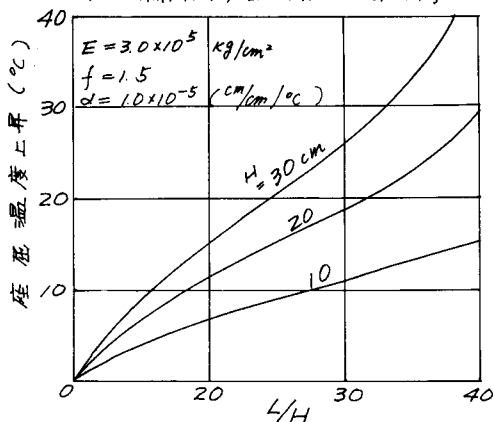


図3.

- 1) 川口: "連続鋪装の熱膨張座屈", 土木学会論文報告集, 170号, 1969, 10月.
- 2) 川口: "剛床上で圧縮されるリングの飛移座屈理論", 同上, 177号, 1970, 5月
- 3) 川口: "敷き並べたブロックの座屈実験", 同上, 180号, 1970, 8月予定