

IV-132 コンクリート舗装の拘束圧縮力による曲げ破壊

日本大学理工学部交通工学科 正 〇 川 口 昌 宏
同上 大学院 草 刈 太 一

この報告は、46年度講演会に発表した実験に関する考察をすすめたものである¹⁾

コンクリート舗装が路盤よりの摩擦および隣接する舗装あるいは構造物で膨張を防げられると、舗装は圧縮力を受ける。これにより破壊が生ずる。この破壊は構造的破壊と材料的(あるいは材料力学的破壊)に分れると考えられる。構造的破壊は舗装のかなり広い範囲が持上るいわゆる座屈であり、材料的破壊は応力が材料強度を直接越えてしまて生ずるものであると考えられる²⁾

46年度発表した実物に近い舗装の実験でみられたのは、後者の材料的破壊であった。実験に使用した模型は図-1, 2に示すものである。その破壊の様子は、目地1, 1.5mの場合は、目地部における局部的な応力集中により、目地の底部の角部からの破壊であり、2mおよび3mの場合は、目地部に生じた長手軸方向の偏心圧縮により、曲げ引張り応力あるいは曲げ圧縮応力が過大となて折れ曲った結果となった。

1. 目地部の応力分布

目地部の応力を詳しく知るために光弾性試験を行な。目地部においてはいわゆる応力集中が生ずる。その一つとして中立軸が目地のところで急変するもの。水平応力の合力の作用線が目地がない通常の部分の中立軸からはずれる。もう一つは、目地部の底の角部に起る応力集中そのものにより、目地部の応力が局部的に非常に高まり、材料的に破壊する原因となる。

1. 1 光弾性試験による水平応力の合力の作用点

目地の深さが異なる2種の試験片について検討した結果図-3が得られた。最大応力を1として分布曲線を示す。中立軸よりの合力の偏心を e とする。

この結果から通常の目地深さにおける舗装での偏心量を推定すれば、

$$\frac{\text{偏心}}{\text{厚さ}} \div 0.73 \left(\frac{\text{目地深さ}}{\text{厚さ}} \right)^2$$

が得られる。

1) 46年・IV-96, PP.229~230.

2) "舗装", 1971, 10月 PP.3~10.

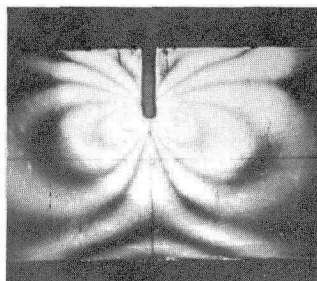


写真 等色線

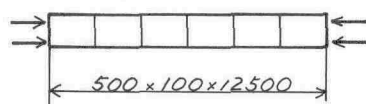


図-1 目地間隔1, 1.5, 2, 3 (6m半偏心)

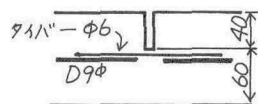


図-2 目地構造

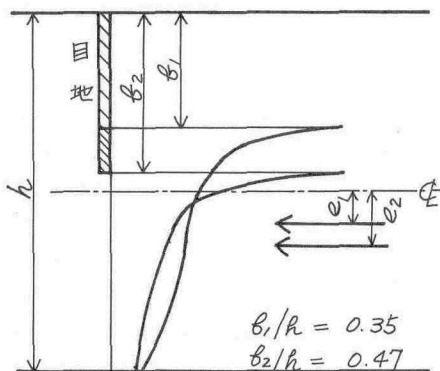


図-3 光弾性による目地下水平方向法線応力分布図。最大1とする。

この関係は弾性範囲における値であり、厳密に言えば破壊近くではこれと異なる値になるであろう。この式より厚さ23cm, 目地深さ4cmのときの偏心量は約0.5cmである。

1.2 実験による偏心量

実験に際して鋪装の目地部分にひずみゲージを貼って得たひずみから、材料試験より得た応力ひずみ曲線から応力分布を求めると図-4のようになる。ただし、ひずみゲージ長が60mmと長いので、局部的応力は正確には出ていない。偏心量は小さく出るものと考えられる。ここにみるように偏心量は荷重の増加とともに変化していくことが明らかである。

1.3 最大応力

目地の底部には写真にみるように応力集中が発生している。この部分のせん断応力は等色線の縞次数と等候線より求めた中より、 $\tau = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2\phi$ である。これから、平均応力(P/A)と τ_{max} , σ_{max} との概略の比率は、 $P/A : \tau_{max} : \sigma_{max} \approx 1 : 2 : 4$ 。このように大きなせん断応力および圧縮応力が発生し目地部から内部へと破壊が進行する。

2. 偏心圧縮曲げ(折れ曲り荷重)

図-5に示すようなはり柱の曲げと材料の非線形性を考えて解析した。材料の応力-ひずみ曲線から、P/Aの関数として接線係数 E_n を求めた。

荷重Pのときの曲げモーメントは、たわみyのとき

$$M_x = P(e+y) - \frac{wqx}{2} + \frac{wx^2}{2}$$

Pが ΔP だけ増したとき、 Δy のたわみ増加があれば

$$E_n I \frac{d^2(\Delta y)}{dx^2} = - \{ P \Delta y + \Delta P \cdot (e+y) \}$$

という関係がある。

この方法で計算した結果を表1, 2に示す。

3. 考察

実験では、小目地間隔のとき、計算値が過大となり、折れ曲りの仮定はあてはまらない。大きな目地間隔でも、計算値が大きすぎるのは、板が目地部で互に切離されていると仮定したためであろうと考えられる。目地間隔がさらに長いと、図-5とは異なる変形となり、破壊応力は目地間隔が増しても必ずしも小さくならない。表-2に見るように、実際の鋪装ではこの破壊は無視できない可能性がある。偏心が大きいと、さらに可能性が大きくなる。

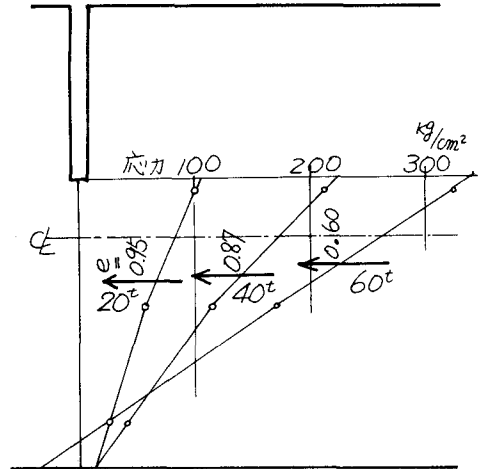


図-4 実験鋪装(目地間隔3m, 厚さ10cm)の目地部応力分布測定値

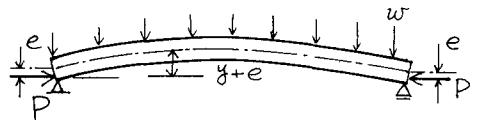


図-5 計算のためのモデル

表-1. 実験含鋪装の破壊応力 P/A
e = 1.25cm と仮定

目地間隔 _m	1.0	1.5	2.0	3.0	6.0
実験値 P/A kg/cm²	114	144	144	128	()
計算値 kg/cm²	350	350	281	167	52
オウ-座屈 応力 kg/cm²	2460	1094	616	272	68

表-2. 厚さ23cmのときの破壊温度荷重
 $\alpha = 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, $E = 3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
e = 0.75cm と仮定

目地間隔	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0
温度荷重 [$^{\circ}\text{C}$]	81	63	45	31	26
オウ-荷重 換算[$^{\circ}\text{C}$]	121	77	54	39	30