

# 組合せ応力下におけるアスファルト混合物の強度に関する研究

東北大学工学部 学生員・垣内 弘幸

正 員 村井 貞規

正 員 山崎 克範

## 1. まえがき

舗装構造におけるアスファルト混合物層は、舗装体の実測や層構造理論より明らかになるように、圧縮と引張の組合さった複雑な応力状態にある。この圧縮と引張は、舗装の破壊の2つの型すなわち、わだちぼれクラックに直接結びつくものである。このとき、圧縮の影響が通常の破壊の形態とちがう。混合物の流動という形をとるの、アスファルト混合物の特殊性であるが、引張によるクラックの発生、進展というプロセスはセメントコンクリートなどの破壊とさきめて類似している。

このように、実際の舗装構造におけるアスファルト混合物は、組合せ応力状態にあり複雑な破壊挙動を示すにもあきらめず従来のアスファルト混合物の強度に関する研究は、引張試験や一軸圧縮試験などの単軸的な条件が主となっているのが現状である。そこで本研究は引張応力と圧縮応力の組合さった応力状態下におけるアスファルト混合物の強度について検討を行うために、舗装構造の2次元モデルを用いて実験および解析を行い考察を加えたものである。

## 2. 実験

実験は図-1に示すようなモデルを使って行った。アスファルト混合物は、アスファルト量8.5%のアスファルトモルタルとし、ローラーコンパクターで締固めカッターで供試体寸法に切り出した。実験温度は $-5^{\circ}\text{C}$ 、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $5^{\circ}\text{C}$ の3段階とし、また下層板にはヤング係数 $1600\text{ kg/cm}^2$ 、 $450\text{ kg/cm}^2$ 、 $150\text{ kg/cm}^2$ の3種類のエポキシ樹脂板を用いた。載荷装置は温度管理が可能でかつ歪制御の可能なインストロン社製万能試験機を使用し、 $2\text{ mm/min}$ の変位速度で線荷重を載荷した。測定は図-1のように供試体下部にロゼット型歪ゲージを貼ることにより、水平方向(引張)と垂直方向(圧縮)の歪をオシロペーパーに記録した。

## 3. 解析手法

2次元層構造モデル内の応力状態を図-2に示す様な線荷重を受ける2次元層構造モデルのX-Z平面内の応力状態に対応するとみず。次に載荷面を線要素に分割し、それぞれの要素に加わる分布荷重を集中荷重に換算する。集中荷重による層構造内の任意の点の応力を計算し、これを載荷面について合計する。ここで載荷面のY軸方向の長さは無限であるが、計算の対象とする載荷面の長さの範囲は、求める応力の精度に応じて決められる。なお、集中荷重による層構造内の応力解析法は、福田 正：東北大学工学報告 Vol.42, No.1, 1977にあった。

## 4. 結果

測定結果はアスファルト混合物層がその耐荷力の大半を失ない降伏したと考えられる時点(以後降伏時と呼ぶ)と荷重が最大となりアスファルト混合物に明らかなるひびわれが生じた時点(以後破壊時と呼ぶ)に分けて検討した。

(1)アスファルト混合物層の降伏時における引張応力と圧縮応力の関係を図-3に示す。この図中の直線は、曲

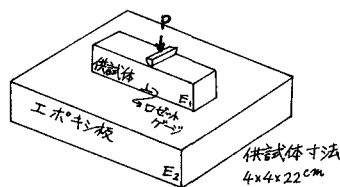


図-1 実験モデル

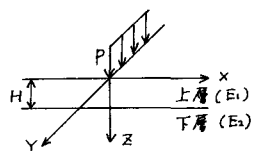


図-2 解析モデル

げ試験（供試体寸法  $4^{mm} \times 4^{mm} \times 22^{mm}$ ）と一軸圧縮試験（供試体寸法  $4^{mm} \times 4^{mm} \times 10^{mm}$ ）の結果より得られたクーロン・モールの規準である。

(2) アスファルト混合物の破壊時における引張歪と圧縮歪の関係を示したのが図-4である。この図のたて軸には引張歪、横軸には圧縮歪がそれぞれ示してある。

### 5. 考察

以上の結果により次のことが考察される。

(1) 引張と圧縮の組合せ応力状態にあるアスファルト混合物層がほぼその耐荷力の大半を失い降伏したと考えられる時点での応力状態を応力空間上に示すと、単軸的の曲げ試験と一軸圧縮試験の結果から求めたクーロン・モールの規準とかなりよく一致している。ただ  $6^{\circ}\text{C}$  でエポキシ板のヤング係数が  $1600 \text{ kg/cm}^2$  の場合、上部の載荷点付近から破壊したのでこの規準にのらなかつたものと思われる。

また実験値と理論値の比較においても両者はほぼ一致している。これらのことから、組合せ応力を対象とする方法は、アスファルト混合物の破壊を単に物性に依拠することなく構造的に扱う場合にも有効になることが明らかになった。さらにこの方法によってクーロン・モールの規準はアスファルト混合物の強度を論ずる場合一つの重要な規準になると考えられる。

(2) 荷重が最高値となった時点（破壊時）でのひずみに着目すると引張ひずみがある限界値に達した時に耐荷力がなくなりアスファルト混合物は破壊しているといえる。この限界値は、各温度レベルで行った曲げ試験の破壊実験から求めた破壊ひずみにほぼ等しい。また  $6^{\circ}\text{C}$  の一部は圧縮ひずみの限界により破壊に至っていると考えられる。

これまで述べたことにより、舗装構造におけるアスファルト混合物の破壊の形態であるクラックに関する研究は、現在一般に行われている引張強度を基礎とする方法よりは、組合せ応力下での強度を考慮する方がより合理的であると思われる。

ここで示した一つの規準は、限られた条件で行ったものでありさらにその一般性を見出すべく今後研究を続ける予定である。

### 参考文献

- 1) 坪藤, 坂口: 組合せ応力状態におけるコンクリートの強度について。土木研究所報告 No 100, 1949.
- 2) C.L. Monismith: Fracture Analysis of Asphalt Pavement Layers Resulting from Traffic Loading, H.H.R, No 466, 1972.

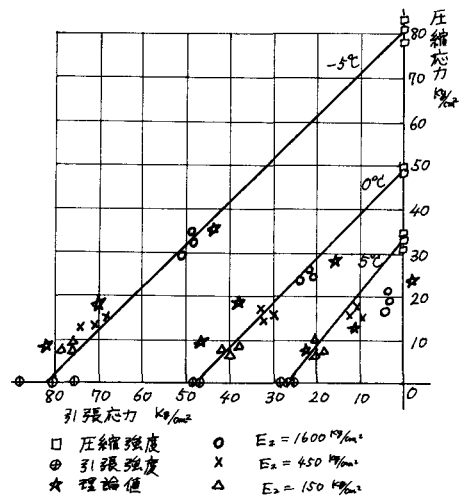


図-3

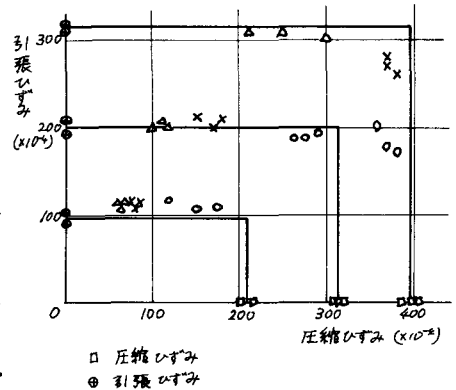


図-4