

中央大学理工学部 星 楚 和
○ 千葉工業大学 榎本 歳勝

1. 試験の目的

くりかえし応力を受けたとき、各種の材料が示す力学特性をできるだけ容易に決定できるよう、機構の簡単なくりかえし応力試験装置を開発し実用化するため、アスファルト合材の力学特性試験に用いられるマーシャル型供試体を利用し、これに破壊荷重の一部に相当する荷重を加えておき、上下の載荷板を左右に移動させて、供試体を水平軸のまわりに回轉させ、この操作をくり返すことによつて、供試体内部にくりかえし応力を発生させる試験装置を試作した。

ここでは本装置を用いて、アスファルト合材について種々の試験条件の下で実験を行った結果の一部について報告する。

2. 試験機の性能

供試体の寸法はマーシャル試験法に準じて半径 $R = 5.08 \text{ cm}$ 、厚さ $B = 6.35 \text{ cm}$ を標準とするが、これと異なる寸法を用いることもできる。供試体の成形が可能ながざり、この試験はアスファルト合材に限らず、土、岩石、コンクリート、鋼材などにも適用することができる。

載荷は、水平面を持つ一対の載荷ヘッドと供試体の周辺部半径と等しい曲率をもつ一対の円弧形載荷板を通じて、上下方向に圧縮荷重を加えて行なう。載荷重の範囲は $10 \sim 200 \text{ kg}$ とした。円弧形載荷板の幅は可変とし、載荷板の両端と円弧の中心を結ぶ直線がなす角 2ψ を 0° から 140° までの間で数段階に変えうるようにした。 $2\psi = 0$ は圧裂試験条件に、 $2\psi = 140^\circ$ はマーシャル試験条件に一致する。載荷方法については図-1 参照。

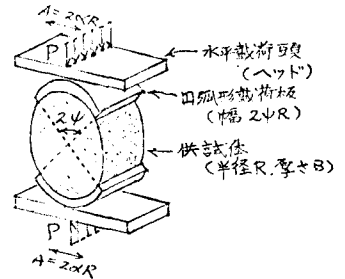


図-1 供試体と載荷方法

供試体内部にくりかえし応力を発生させる機構として、供試体に一定の荷重を加えたまま、上下の水平載荷頭をたがいに左右に動かして、載荷具を移動させ、この操作をくりかえすことができるようにした。荷重の移動幅 A は $0.5 \sim 4.0 \text{ cm}$ の範囲にとることができるようにした。移動幅 A に対応する中心角を 2α とすると、 $A = 2\alpha R$ である。単位時間あたりくりかえし回数 F は毎分 $26 \sim 150$ 回 (cpm) の範囲に可変とした。

試験中に供試体が上下方向に圧縮されて変形を生じて、上下の水平載荷頭が互に水平に保たれるよう修正装置を設けた。また試験中供試体の温度が 5°C から 60°C の間で一定に保たれるようにした。

3. 試験方法

供試体を試験機にセットし、一定の上下方向圧縮力 $P (\text{kg})$ を加え、直径方向における垂直変位 $\Delta_0 \text{ cm}$ を測る。くりかえし応力を発生させ、くりかえし回数 N とそれに対応する垂直変位 $\Delta \text{ cm}$ を測り、とくに供試体にひびわれを生ずるときのくりかえし回数 N_c および垂直変位 Δ_c 、ならびに破壊に達するまでのくりかえし回数 N_u を観測記録する。

試験に用いた供試体は、密粒度、粗粒度、修正トペカなど配合を異にする数種のアスファルト合材を篩固め成形したもので、骨材粒度、ファイラー量、アスファルト量を変え、一部はゴム混入のものも用いた。

試験条件として、供試体温度 T 、円弧状載荷板の大きさ 2ψ 、載荷重の大きさ P 、荷重の移動幅 A および単位時間あたりくりかえし回数 F を試験機の性能が許す範囲でそれぞれ数段階に変えて試験を行なった。

4. 試験結果の要約

(1) 初期載荷による半径方向の変位 上下方向に圧縮力 P を加えたときに生ずる半径方向の垂直変位 Δ_0 は圧縮力 P にほぼ比例して増大する。すなわち

$$\Delta_0 = C P \quad (1)$$

ここに C : 比例係数

密粒度アスファルト・コンクリートで、 $A_s = 6.5\%$ 、 $\psi = 0$ (圧裂)、 $T = 20^\circ\text{C}$ のとき $C = 0.002 \text{ cm/kg}$ であった。

(2) 荷重のくりかえし移動による垂直変位の増加 荷重移動のくりかえし回数 N と生ずる垂直変位 Δ との間には一般に次式で表わされるような関係が認められる。

$$\frac{\Delta}{2R} = \frac{\Delta_0}{2R} \left[\frac{(\sqrt{N_u} - 1) \sqrt{N}}{\sqrt{N_u} - \sqrt{N}} \right]^n \quad (2)$$

ここに Δ_0 : 初期荷重による垂直変位 cm

Δ : くりかえし回数 N における垂直変位 cm

R : 供試体の半径 cm

N : 荷重移動のくりかえし回数

N_u : 破壊に達するまでのくりかえし回数

n : 実験から求まる定数

この曲線は図-2にその例を示すように変曲点を持っており、この点を材料の降伏点とみなすならば、上式の二次微分 $d^2\Delta/dN^2 = 0$ において、降伏点におけるくりかえし回数 N_f および垂直変位 Δ_f は次式のようになる。

$$\sqrt{N_f} = \frac{2-n}{3} \sqrt{N_u} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta_f}{2R} = \frac{\Delta_0}{2R} (\sqrt{N_u} - 1) \left(\frac{2-n}{1-n} \right)^n \quad (4)$$

実験結果によると、この降伏点は観測されるひびわれ発生点とかなりの程度に一致する。

(3) 破壊に至るまでのくりかえし回数と荷重の大きさとの関係 ある試験条件の下で得られる破壊時の極限最大圧縮力を P_m とし、その一部の圧縮力 P の下で破壊に至るまでのくりかえし回数 N_u を測定し、 P をかえて測定をくりかえすと、次式の関係が得られる。

$$\sqrt{N_u} = \left(\frac{P_m}{P} \right)^{\frac{K}{2}} \quad (5)$$

ここに K : 実験から求まる定数

上式中の P_m は骨材の粒度、アスファルト量、添加材、締固め度などアスファルト合材の配合、成形条件、温度、載荷板の幅($2R\psi$)などの試験条件によって影響される。また上式中の指数 K は合材の配合、載荷条件、温度のほか、荷重の移動幅($A = 2 \times R$)、単位時間あたりくりかえし回数 F によって影響される。

密粒度アスファルト・コンクリート、 $A_s = 6.5\%$ 、標準粒度、 $A = 0.5 \text{ cm}$ 、 $F = 26 \text{ cpm}$ のとき

$$P_m = 495.7 e^{1.581 \frac{\pi\psi}{180}} \left(\frac{273+25}{273+T} \right)^{20.414 - 8.659 \frac{\pi\psi}{180}} \quad (6)$$

$$K = \frac{1.9244}{1 - 0.412 \frac{\pi\psi}{180}} \left(\frac{273+25}{273+T} \right)^{3.203 - 1.298 \frac{\pi\psi}{180}} \quad (7)$$

を得た。

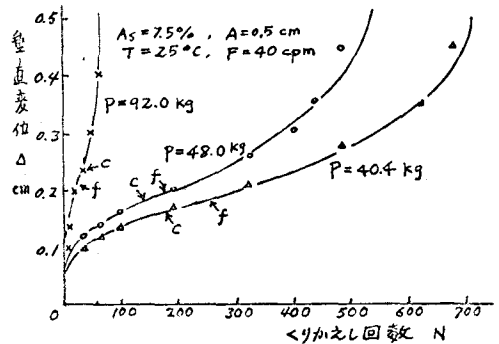


図-2 くりかえし回数 N と垂直変位 Δ との関係