

## V-45

## 舗装用コンクリートにおける静的曲げ強度の変動がその疲労特性に及ぼす影響

秋田高専 正員 小梁川雅

## 1・はじめに

わが国のコンクリート舗装の設計基準となっているセメントコンクリート舗装要綱では、コンクリート舗装版の破損は、温度応力及び輪荷重応力が繰返し作用することによる曲げ疲労によって生じるとしている。したがってコンクリート舗装版の版厚は、曲げ疲労破損が生じないように決定される。この際、コンクリートの許容繰返し数は供試体による疲労試験結果より決定される。しかし一般にコンクリートの疲労試験結果はばらつきを固有するものであり、このばらつきが設計の信頼性に大きな影響を与えている。このコンクリートの疲労現象のばらつきの一因として、疲労試験時に基準とされる静的強度の評価誤差の影響が考えられる。本研究では、静的試験結果のばらつきと疲労試験結果のばらつきとの関係について検討してみた。

また疲労試験では、一般にある特定の繰返し回数で供試体が破壊しない場合試験を途中打ちきりとするが、この打ち切り供試体の静的強度特性についても検討してみた。

## 2・静的強度のばらつきと疲労寿命のばらつき

表-1 疲労試験結果

| 応力レベル    | 0.90   | 0.85   | 0.80   | 0.70     |
|----------|--------|--------|--------|----------|
| 平均値      | 5022   | 7724   | 276488 | 10929916 |
| 標準偏差(ln) | 1.8484 | 3.1569 | 3.6256 | 3.7411   |

一般にコンクリートの疲労試験においては、前もって決定されている応力レベル（繰返し応力の最大値／静的強度）にしたがって荷重が加えられる。この静的強度は数本の供試体による平均値であり、推定値である。したがって疲労試験時に用いられる応力レベルは、想定していたものとは異なり、静的強度変動の範囲内でばらつくことが考えられる。

表-1に示すのは、目標曲げ強度  $52\text{kg}/\text{cm}^2$  のコンクリートによって行われた疲労試験結果である。この疲労試験では、応力レベルとして0.90、0.85、0.80、0.70の4段階設定しており、疲労試験を行った供試体数は96本である。この試験によると各応

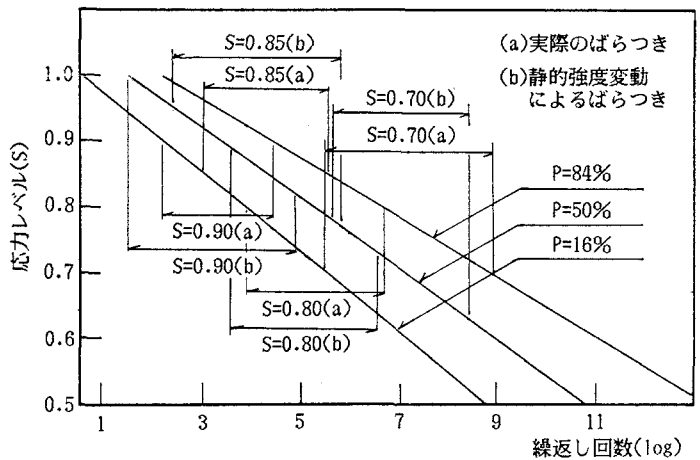


図-1 疲労寿命のばらつき

力レベルごとの疲労寿命は、それぞれ対数正規分布することが検討の結果明らかとなっており、各応力レベルの疲労寿命の分布は表に示すような平均値と標準偏差を示す。このことより各応力レベルごとにある破壊確率に対応する許容繰返し数を求めることができ、これより破壊確率を考慮した疲労曲線を得ることができる。図-1に示すのは破壊確率16、50、84%の場合の疲労曲線であり、それぞれ次のような式によって表わされる。

$$P = 16 : S = 1.039 - 0.062 \log N$$

$$P = 50 : S = 1.082 - 0.054 \log N$$

$$P = 84 : S = 1.101 - 0.045 \log N$$

ここで、P = 破壊確率、S = 応力レベル、N = 繰返し数

表-2 応力レベルの変動

| 静的強度                   | 応力レベル |      |      |      |
|------------------------|-------|------|------|------|
| 53.6( $\mu$ )          | 0.90  | 0.85 | 0.80 | 0.70 |
| 59.1( $\mu + \sigma$ ) | 0.82  | 0.77 | 0.73 | 0.63 |
| 48.1( $\mu - \sigma$ ) | 1.00  | 0.95 | 0.89 | 0.78 |

破壊確率50%の疲労曲線は試験結果の平均線を示しているといえる。これに対して破壊確率16及び84%の疲労曲線はそれぞれ、平均から標準偏差 $\sigma$ だけ離れた確率に対応する疲労曲線を示している。

この疲労試験は18バッチのコンクリートによって行われ、各バッチごとに静的試験を行って疲労試験時の応力レベル決定の基礎となる静的強度を得た。この静的試験はのべ56本の供試体によって行われたが、その平均値は53.6kg/cm<sup>2</sup>、標準偏差は5.5kg/cm<sup>2</sup>となっている。そこで、静的強度が平均値から標準偏差だけ変動したと仮定した場合の応力レベルが、平均値をもととして決定した場合とどの程度相違するかを示すと表-2のようになる。応力レベルにこのようなばらつきがあったとすると、このコンクリートの許容繰返し数は、平均線である破壊確率50%の疲労曲線上で、図-1に示すような範囲のばらつきを持つこととなる。一方疲労試験の結果、実際に得られた繰返し数の標準偏差内のばらつきは、破壊確率16及び84%の疲労曲線の間の範囲となる。

図-1から明らかなように、応力レベル0.90及び0.85においては、実際の疲労寿命のばらつきは、静的強度の変動による繰返し数のばらつきの中に入っている。一方、応力レベル0.80及び0.70においては、実際の疲労寿命のばらつきがわずかではあるが、静的強度の変動によるばらつきの外に出ている。すなわち静的強度変動が与える影響は応力レベルによってことなり、応力レベルが比較的大きな領域では疲労寿命のばらつきは静的強度の変動による影響を大きく受けるが、応力レベルが比較的小さい領域では、疲労寿命のばらつきが静的強度の変動以外の影響を受けていると考えられる。

### 3・途中打ち切り供試体の静的強度

表-3に示すのは疲労試験によって破壊せずに途中打ち切りとなった供試体を、疲労試験後に静的に試験し強度を求めた結果である。なお本実験の場合、途中打ち切りとした繰返し数は2,000,000回である。表からわかるように全ての打ち切り供試体において、疲労試験前に仮定した曲げ強度よりも疲労試験後の曲げ強度の方が大きくなっている。途中打ち切りとなった供試体がそれぞれ最初からこのような強度を持っていたとすると、その応力レベルは表-3に示すようになる。当初の応力レベルが0.80の場合の2本を除いて、再算出された応力レベルは0.65以下となる。図-1からわかるように応力レベル0.70以下の領域では許容繰返し数が10,000,000回をこえており、本実験の範囲では当然破壊しないこととなる。

しかし、疲労試験後の静的強度が、疲労試験前の静的強度の平均値+標準偏差の大きさである59.1kg/cm<sup>2</sup>をこえている供試体数は8本であり、途中打ち切り供試体の本数の半分以上となっている。このことから静的強度が応力繰回しの影響を受けていることが推察される。疲労試験中のコンクリート特性の変化については明らかになっておらず、この点に関してはさらに検討する必要があると考えられる。

### 4・まとめ

本研究では、コンクリートの曲げ疲労試験における静的強度変動の影響に関して検討を行った。その結果、疲労寿命のばらつきは静的強度変動の影響の範囲内にばら入っていることがわかった。しかし応力レベルの低い領域ほど、疲労寿命のばらつきは大きくなり静的強度変動の影響だけでは説明できないこともわかった。

表-3 途中打ち切り供試体の曲げ強度

| 設定応力<br>レベル | 疲労試験前<br>の曲げ強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 疲労試験後<br>の曲げ強度<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 再算出応<br>力レベル |
|-------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| 0.80        | 52                                      | 53                                      | 0.78         |
|             | 58                                      | 63                                      | 0.74         |
| 0.79        | 54                                      | 66                                      | 0.65         |
| 0.70        | 54                                      | 65                                      | 0.65         |
|             | 50                                      | 54                                      | 0.65         |
|             | 50                                      | 60                                      | 0.58         |
|             | 54                                      | 59                                      | 0.64         |
|             | 52                                      | 62                                      | 0.59         |
|             | 52                                      | 56                                      | 0.65         |
| 0.68        | 54                                      | 61                                      | 0.60         |
| 0.60        | 54                                      | 56                                      | 0.58         |
|             | 50                                      | 57                                      | 0.53         |
|             | 54                                      | 60                                      | 0.54         |
|             | 54                                      | 59                                      | 0.55         |
|             | 58                                      | 60                                      | 0.58         |
|             | 52                                      | 57                                      | 0.55         |
|             | 52                                      | 58                                      | 0.54         |