

(V-25) 舗装用コンクリートの曲げ疲労特性

運輸省港湾技術研究所

学生会員

室園正徳

運輸省港湾技術研究所

正会員

八谷好高

運輸省第四港湾建設局

野田 工

1. はじめに

空港コンクリート舗装の設計は、交通量を考慮してコンクリート版厚が変わるようになっているものの、厳密な意味での疲労設計法ではない。そのため、コンクリート疲労特性を明確にすることにより設計の合理化を図ることができると考えている。空港では道路に比べて交通量が少なく走行速度も違うという特性があるため、道路舗装の設計法で用いられている疲労曲線をそのまま使用することは困難であろう。そこで、空港舗装用コンクリート版の曲げ疲労特性について、最大曲げ応力、最小曲げ応力、すなわち上限応力、下限応力を変えることのほかに、載荷速度を変えることならびに、載荷試験中に休止時間を設けることによる影響について検討を行った。

2. 曲げ疲労試験

材料および配合：試験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント、骨材は青梅産碎石、木更津産山砂、青梅産砕砂である。コンクリートはスランプ 2.5cm、空気量 4.0%、材齢 28 日で設計基準曲げ強度 4.9N/mm^2 を目標とし、粗骨材の最大寸法 40mm として配合設計を行った。用いた供試体の寸法は $15 \times 15 \times 53\text{cm}$ である。

試験方法：長時間におよぶ疲労試験の間供試体の乾燥を防ぐために、供試体の周囲にグリースを塗布してビニル樹脂で被覆した。供試体は載荷試験まで恒温水槽により水温 20°C で 12 週間養生したのち、疲労試験に供した。

試験方法はスパン 45cm の三等分点載荷とした（JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」に準拠）。疲労試験の応力波形は正弦波形とした。各試験条件は表-1 のとおりで、最大繰返し回数は試験時間を考慮して 100,000 回とした。各試験では油圧サーボ式繰返し載荷試験機を用いた。

試験条件：空港コンクリート舗装ではコンクリート版に深さ方向の温度変化が生じ、そり応力が発生している状態で、航空機荷重が繰返し作用する。このことを考慮して、表-1 に示した条件 1 ではそり応力を下限応力、それに航空機荷重を加えたものを上限応力として試験を実施した（以下ではこれらの上限応力、下限応力、応力振幅について、強度に対する比をとって、 $S_{\max}$ 、 $S_{\min}$ 、 S_r と表記している）。表-1 の条件 2 では空港内で航空機の走行速度に違いがあることを考慮し、載荷速度（周波数）を変えて試験を行った。この試験は、通常行われているコンクリートの疲労試験と同じように、正弦波形によって連続的に荷重を与えている。しかし、実際の空港コンクリート舗装では航空機荷重が連続で作用することはなく、ある程度の間隔をあけて作用するため、表-1 の条件 3 では載荷と載荷の間に荷重をかけない時間（休止時間）を設けて、それが疲労特性におよぼす影響を調べた。

3. 試験結果

表-1 試験条件

条件 1：図-1 には $S_{\max}$ と破壊回数の関係を、図-2 には $S_r/(1-S_{\min})$ と破壊回数の関係を示した。 $S_{\max}$ が 0.8 以上では $S_{\min}$ の影響は明らかではない。これに対して、 $S_{\max}$ が 0.7 の場合は、 $S_{\min}=0$

	条件 1	条件 2	条件 3
$S_{\max}$	0.7, 0.8, 0.9	0.7, 0.8	0.8, 0.9
$S_{\min}$	0, 0.2, 0.4	0, 0.2, 0.4	0
周波数(Hz)	1	10, 1, 0.1, 0.01	1
休止時間 (秒)	0	0	0, 1, 10, 100

キーワード コンクリート舗装、コンクリート版、曲げ、疲労

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 tel 0468(44)5026 fax 0468(44)4471

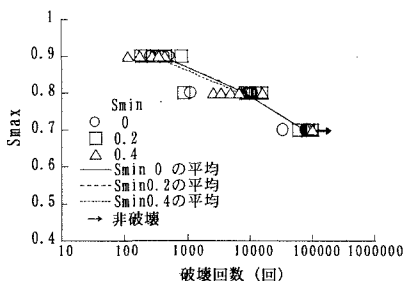


図-1 上限応力が疲労特性に及ぼす影響

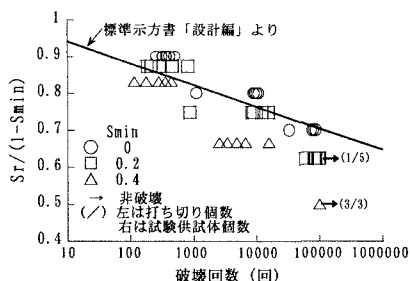


図-2 応力振幅・下限応力が疲労特性に及ぼす影響

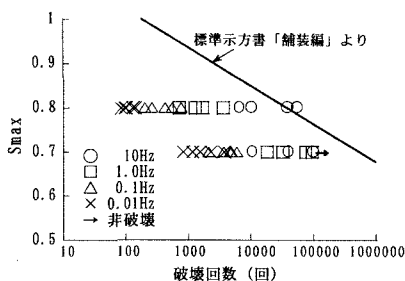


図-3 周波数が疲労特性に及ぼす影響

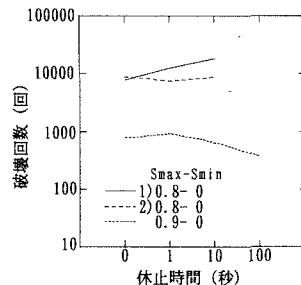


図-4 休止時間が疲労特性に及ぼす影響

で5個すべて破壊, $S_{min}=0.2$ では5個中4個破壊, $S_{min}=0.4$ では3個すべて途中打ち切りと, S_{min} の大きいものほど100,000回で破壊しない供試体が増加することから応力比の影響が明らかになっている。

条件2: 周波数により疲労特性が異なる状況について図-3に示す。周波数が低くなるほど疲労寿命が短くなることが明らかで、同一舗装構造、同一交通量であっても走行速度の低い荷重が作用する箇所では疲労が早く進行するものと考えられる。また、周波数と破壊回数との関係は両対数をとるとほぼ直線で表されることもわかった。このような結果は、周波数の疲労強度への影響として低周波数の場合に疲労寿命が短くなるとの既往の研究結果を裏付けるものであり、コンクリート舗装を設計する際には走行速度の影響を考慮する必要があることを示唆しているものと考えられる。

条件3: 図-4は休止時間と破壊回数(平均値)の関係である。この図に示した载荷条件 $S_{max}0.8 - S_{min}0$ の1), 2)では、休止時間中の荷重の大きさが強度比で0.4, 0(実際には0.01程度)との違いがある。この図に示した S_{max} が0.8以上という今回の試験結果においては、休止時間が疲労寿命へ及ぼす影響は大きくはないものと思われる。

4. まとめ

舗装用コンクリートの曲げ疲労特性に関して今回実施した試験により、以下のような知見が得られた。

- 1) 下限応力が疲労特性に及ぼす影響は上限応力比 0.8 以上では明らかではないが、0.7 の場合には下限応力の大きいものほど疲労寿命も長いものとなる。
- 2) 周波数と破壊回数との関係は両対数をとると直線で表され、周波数が低いほど疲労寿命は短くなる。
- 3) 連続载荷時における休止時間の疲労寿命へ与える影響は高応力レベルにおいては少ない。

5. おわりに

コンクリートの曲げ疲労特性は、研究事例が少なく、現時点では十分には明らかにされていないので、今後さらなるデータを蓄積していくことによって、疲労特性を考慮した合理的な空港コンクリート舗装設計法が構築できるものと考えている。