

コンクリートの疲労試験データの統計的処理

摂南大学工学部 正員 平城弘一 大阪市立大学工学部 正員 鬼頭宏明
 オリエンタル建設 正員 八田吉弘 大阪大学工学部 正員 松井繁之

1. まえがき

コンクリート構造物に対する限界状態設計法の適用ならびに鋼構造物の設計法との共通化が図られる現状において、コンクリート構造物の疲労設計法を考えると、各種構成材料の疲労強度評価式の統一表現が必要となる。周知のように鋼材には既にデータバンクが組織的に構築され、その活用方法が模索されているが、コンクリート系材料には、未だそのようなデータバンクは構築されていないのが現状である。

本研究は、コンクリートの一軸圧縮供試体に対する既往の疲労試験データを調査収集し、従来の整理方法に準じ統計的処理を施し、その特性分布の把握の下に一疲労強度評価式を提示するものである。

2. 既往の疲労試験データの基本統計量

対象とした普通コンクリート圧縮供試体340個と同軽量コンクリート300個の疲労試験データの基本統計量を各々、表1,2に示す。データの収集条件として、破壊回数1000未満、水中環境下のものは除外した。

なお、データの出典に関しては文献1)を参照されたい。

表1 普通コンクリートの基本統計量

(疲労試験データ数：340個)

項 目	単 位	最小値	最大値	変動範囲	平均値	標準偏差
円柱体圧縮強度 f'_c	kgf/cm ²	164	520	356	280	71.106
下限応力比 $S_{min}(=f_{min}/f'_c)$	%	1.3	60	58.7	11.14	10.667
上限応力比 $S_{max}(=f_{max}/f'_c)$	%	60	90	30	76.28	6.186
振幅比 $R(=f_{min}/f_{max})$	1	0.018	0.6667	0.6484	0.1414	0.1196
破壊回数 N		1000	9.093E6	9.092E6	333477	907531

ここで、 f_{min} ：下限応力度、 f_{max} ：上限応力度

3. 疲労試験データに関する従来の整理法

上記の普通コンクリート圧縮供試体のデータに対し、下記の4つの整理法を適用した結果を図1~4に示す。

① $S_{max}-\log N$ 関係

最も一般的な表現方法であり、上限応

表2 軽量コンクリートの基本統計量

(疲労試験データ数：300個)

項 目	単 位	最小値	最大値	変動範囲	平均値	標準偏差
円柱体圧縮強度 f'_c	kgf/cm ²	117	524	407	395	99.719
下限応力比 $S_{min}(=f_{min}/f'_c)$	%	1.7	39.9	38.2	11.67	10.362
上限応力比 $S_{max}(=f_{max}/f'_c)$	%	50	90	40	70.94	9.154
振幅比 $R(=f_{min}/f_{max})$	1	0.021	0.4784	0.4572	0.1565	0.1236
破壊回数 N		1000	2.936E7	2.936E7	896754	3.099E6

ここで、 f_{min} ：下限応力度、 f_{max} ：上限応力度

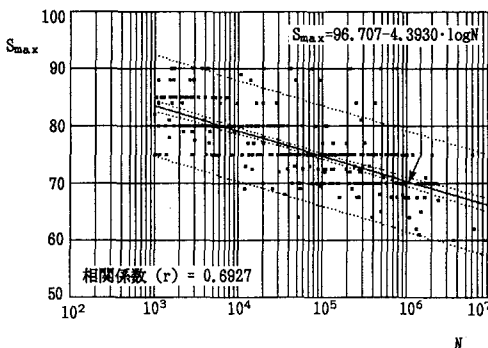


図1 $S_{max}-\log N$ 関係 (整理法①)

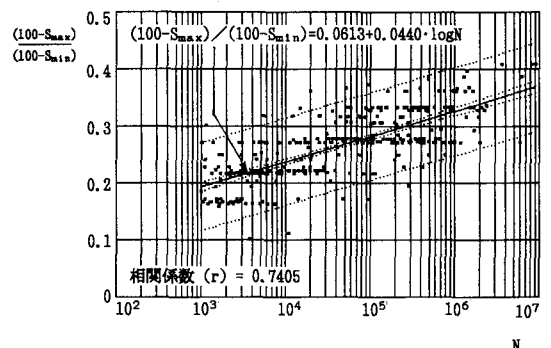


図2 $(100-S_{max})/(100-S_{min})-\log N$ 関係 (整理法②)

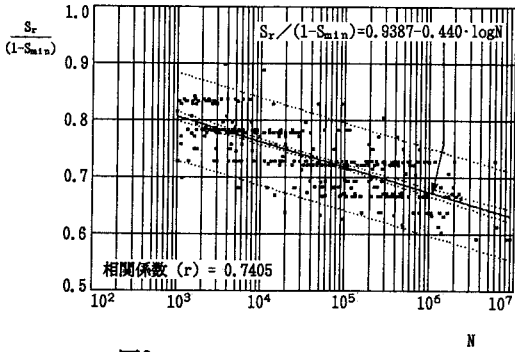


図3 $S_r / (1 - S_{min}) - \log N$ 関係（整理法③）

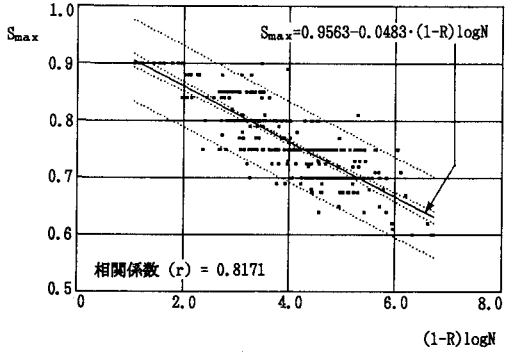


図4 $S_{max} - (1-R) \log N$ 関係（整理法④）

力比を強度の指標としている。

② $(100 - S_{max}) / (100 - S_{min}) - \log N$ 関係²⁾

上限応力比に加えて、下限応力比の影響を考慮している。

③ $S_r / (1 - S_{min}) - \log N$ 関係³⁾

応力比範囲： $S_r (= S_{max} - S_{min})$ を導入しているが、本質的には②に同じものである。

④ $S_{max} - (1-R) \log N$ 関係⁴⁾

振幅比： $R (= f_{min} / f_{max})$ を導入している。

図1～4に併記した相関係数 r を比較すれば、整理法④が最も適した形でコンクリートの疲労強度を評価しうると考えられる。

4. 疲労試験データの一強度評価式の提示

コンクリート構造物と鋼構造物の設計法の共通化を念頭に置き、既に疲労強度評価式の確立された鋼材との整合性を図るために、整理法④の強度の指標： S_{max} に対数を取り、 $\log S_{max} - (1-R) \log N$ 関係の適用を試みた。図5, 6 に示めた普通コンクリートと軽量コンクリートに対する適用結果を見れば、同程度の相関係数を有し良好にその疲労強度特性が表現できていることがわかる。

あとがき

本研究は、土木学会関西支部共同研究グループ（委員長 松井繁之）¹⁾の一環として行ったもの

であり、構成各委員から多大なご助言を頂きました。また、摂南大学工学部土木工学科構造工学研究室卒業生、大西正恭君（現日立造船エンジニアリング）には、疲労試験データの統計処理にご協力を頂きました。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部共同研究グループ：橋の疲労設計に関する研究委員会報告，1993。
- 2) 松下・徳光：土木学会論文報告集，No. 284，pp. 127-138，1979。
- 3) 土木学会：コンクリート構造の限界状態設計法試案，コンクリートライブラリ48，1981。
- 4) Aas-Jakobsen: NTH Institute for Betonkonstruksjoner, No. 70-1, 1970。

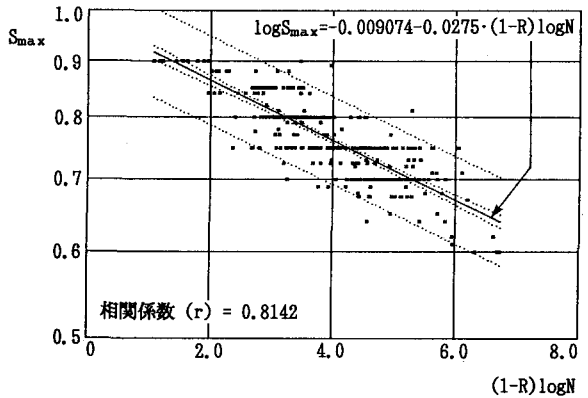


図5 $\log S_{max} - (1-R) \log N$ 関係（整理法⑤-2）

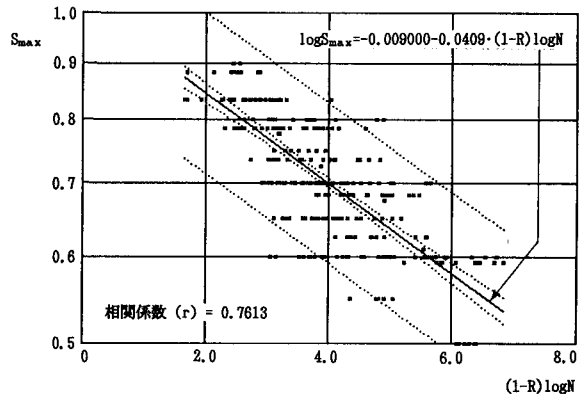


図6 $\log S_{max} - (1-R) \log N$ 関係（整理法⑥）