

北海道大学 正員 能 野 純 雄

〃 〃 角 田 亨 史 雄

〃 〃 ○ 松 井 司

1. ま え が き

鉄筋コンクリートスラブ(RC版)は、外的な荷重を直接担ってこれを周囲に分散させて伝達する役割を持つものが多いが、その際、繰り返し荷重を受ける場合も少なくない。RC版の耐力に関する研究は、はりや柱に比べれば非常に少ないとは言え、古くからかなり行なわれているが、そのほとんどが静的荷重に対するもので、疲労強度に関する研究は最近ようやく緒に就いたに過ぎない。本研究は、この問題についての基礎的研究の一部として、異なる大きさの集中荷重が組み合わさって繰り返し作用するときのRC版の疲労性状について、実験的に検討したものである。

2. 供試体および実験方法

実験に用いた供試体は、幅140cm、支間100cmの一方向RC版で、厚さ10cm、有効厚7.5cm、主鉄筋比0.95%、配力鉄筋比0.76%である。鉄筋としてはSD35のD10を用い、コンクリートは単位セメント量276 kg/m³、水セメント比50%、細骨材率45.5%で、早強ポルトランドセメントおよび天然骨材を使用した。

供試体は2週間の湿潤養生の後、実験に供した。試験日材料におけるコンクリートの圧縮強度は平均380 kg/cm²である。載荷にはローゼンハウゼン型疲労試験機を用い、版中央位置に辺長10cmの正方形載荷とした。支承は2枚の鋼板の間に鋼丸棒を挟む単純支持としたが、隅角部の浮き上がりは自由である。繰り返し荷重の大きさは下限を1かに固定して、上限のみを変化させた。その大きさは、静的耐力に対する比Rによって定義し、0.60と0.70、または0.65と0.75の組み合わせを選んだ。その載荷過程は図-1に示す通りである。なお、図においてDはマイナーによる累積損傷を表し、 $D = \sum (n_i / N_i)$ 、ここに N_i は荷重レベル i を一定として繰り返し載荷したときの疲労破壊回数、 n_i はその荷重の実働回数を表す。供試体数は A_1 型の載荷をしたものが3枚、 A_2 が3枚、 B_1 が4枚、 B_2 が2枚、この外に $R=0.55, 0.65, 0.8$ の組み合わせが1枚ある。載荷速度はいずれも毎分250回の一定にした。

上記の荷重レベルを定める際の基準となる静的耐力は、本研究に先立って行なった4枚の版の静的載荷試験結果の平均値を用いた。また、 N_i の値としては、 $R=0.60 \sim 0.85$ の範囲で一定荷重の繰り返し試験を行なって得た34枚の版のデータから最確関係として得た R と $\log N$ の直線関係式より定めた。なお、その直線と実測値との間の $\log N$ の偏差はほぼ正規分布に従い、標準偏差は0.55である。

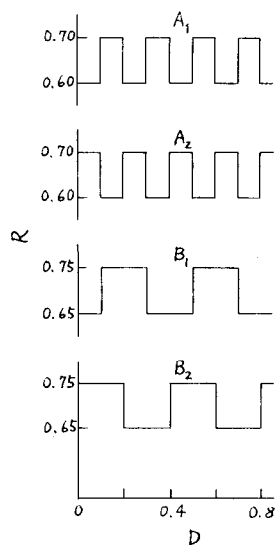


図-1

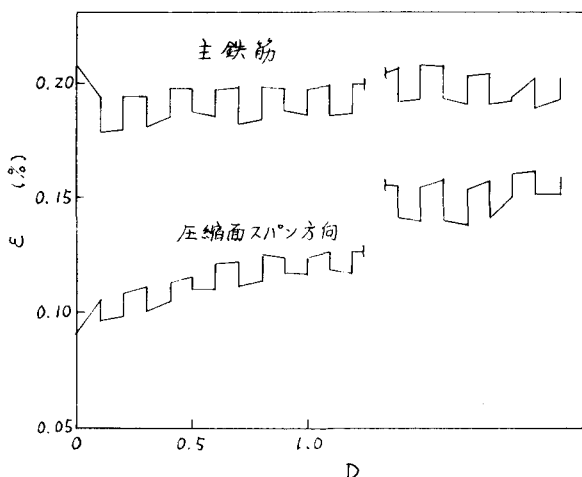


図-2

本実験における測定項目は、載荷点下の主鉄筋および配力鉄筋のひずみ、および載荷周縁から5cmだけ離れた位置の版圧縮面におけるコンクリートの支間方向および横方向のひずみなどである。

3. 実験結果および考察

供試体に用いた版は、静的試験および尺が約0.6以上の一定荷重繰り返し疲労試験においては押抜きせん断型の破壊をするものである。本実験においてもいずれの版も押抜き型の破壊をしたが、 A_1 型と A_2 型の各1枚に鉄筋の破断が伴ない、その破断面には脆性クラックの痕跡が観察された。

主鉄筋のひずみは、版の破壊が生ずるまで弾性域にあって終始安定した性状を示したもの(A_1 , A_2 , B_1 の一部; 図-2), 最初の載荷時には弾性域にあったが、繰り返し過程中に降伏し、その後は徐々に塑性ひずみが増加したもの(A_1 , A_2 , B_1 の一部, 図-3) および最初の載荷時から降伏したもの(B_1 の一部と B_2)とからなつた。主鉄筋が降伏した後の塑性ひずみの増加は主として高い方の荷重レベルの繰り返し中に生じたが(図-3), その後再び安定するものもあり、また、鉄筋が降伏した版がそうでないものより早期に破壊するとは限らなかった。

配力鉄筋はいずれの版でも弾性域にあり、例え主鉄筋が降伏していても終始安定した性状を示した(図-3)。コンクリートの圧縮面ひずみは、ひびわれの進展やクリープによると思われる増加が見られたが、常に安定した性状を保った(図-2, 4)。

版の破壊回数には異なる荷重レベルによる損傷の累積効果が現われ、近い方の荷重レベルの繰り返し中に破壊したものも含まれた。得られたD-値は約0.02~2.0の広い範囲に変動した。極端に低い値のデータを除く11個の $\log D$ の平均値は-0.17で、 $D=0.67$ に相当する。この値はマイナーの仮説 $D=1$ に比べて低いが、それはB型に対するD-値が全体に低かったことによるもので、高い荷重レベルの累積損傷にはなお検討の余地が多いが、ばらつきの非常に大きい現象にしてはマイナー則の適合性が比較的良好と言えよう。図-5は、 $\log D$ の変動を正規確率紙上に描いたものであり、ほぼ直線性が見られる。これは、前述の一定荷重の疲労試験において見られた性質と同様のものであるが、 $\log D$ の、その平均値または0($D=1$)からの偏差に対する標準偏差はそれぞれ0.33および0.37であり、一定荷重疲労試験において得られた $\log N$ の最確直線からの偏差に対する0.55に比べていく分低かった。

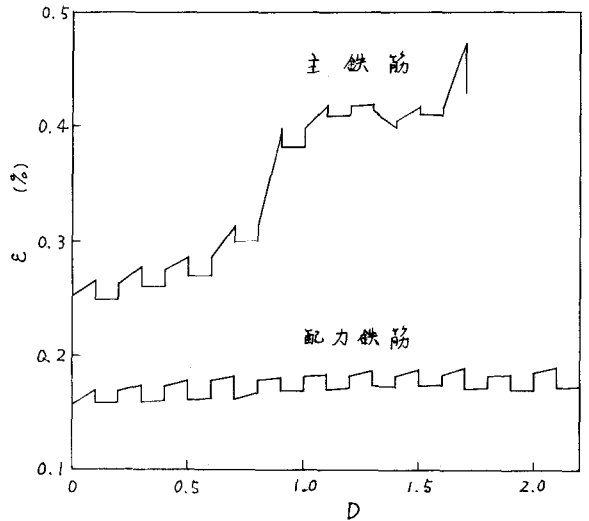


図-3

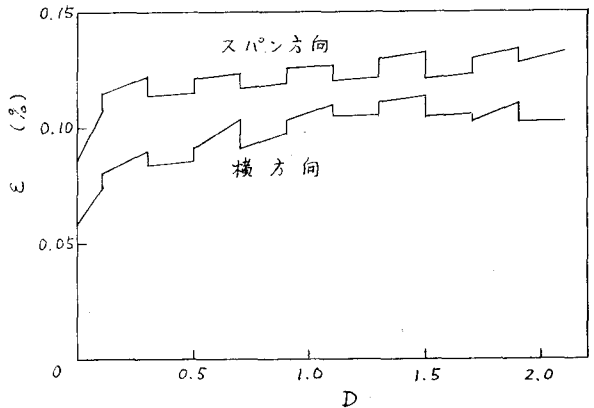


図-4

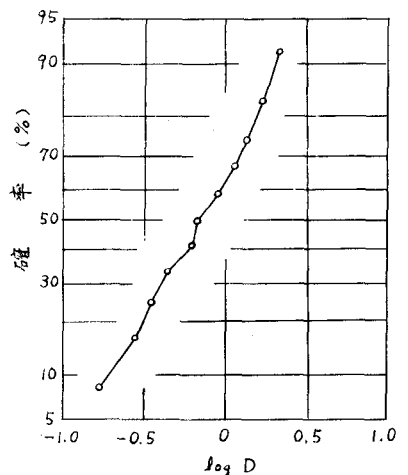


図-5