

1. まえがき

せん断性状が卓越するRC部材の耐震性能を考える場合、主鉄筋降伏後から破壊に至るまでの挙動が重要で、数多くの実験、解析がすすめられている。筆者は、二方向外力を用いて、載荷履歴および載荷経路が部材のせん断挙動に及ぼす影響を実験的に検討し、その結果を前年報告した。今回、その実験解析に基づき、せん断破壊のメカニズムを探る一端として、新たなせん断モデルを提案するものである。

2. 基本概念

部材の挙動を扱うに際し、くり返し荷重による各サイクルのピーク荷重の予測と、1サイクル内の荷重変位曲線を別々に扱い、それらを統合して解析モデルを作成した。

2-1. ピーク荷重の予測

供試体の形状・寸法は図1に示す。実験中の観測から、供試体の挙動はクラックが発生した面での骨材相互の Interlocking に最も強く影響されると考えられる。そこで、クラック発生による供試体の破損状況を定量的に扱うために、Damage Ratio (D_r) という指標を導入した。単調増加荷重の下では、徐々に変位を大きくしてゆくと、それにつれて D_r も増加してゆくと考えられる。この関係を図2-(b)に示す。尚、供試体は図1に示すもの1種類だけであり、単調増加荷重の下での供試体の荷重変位曲線は実験より求めたものを用いた。(図2-(a)) 荷重のくり返しにより D_r が増加するが、増加の割合(α)と、くり返し回数(N)の関係は指数法則に従うと考え、図3のように与えた。 n 回のくり返し荷重による Damage Ratio (D_r) は $D_{r,n} = D_{r,0} \times (\frac{\alpha}{1-\alpha})^n$ で表わされる。同一変位レベルでくり返し載荷を続けてゆくと、クラックの増加に伴い最大変位時でもクラックが充分に閉じず、ピーク荷重が低下する。これを、Damage Ratio との関係で次の様に考えた。すなわち、図2-(b)で $D_{r,n}$ に相当する単調増加荷重時の変位は Δ_n であるから、もし変位を Δ_0 から Δ_n まで大きくして与えるならば、クラックも充分閉じて単調増加荷重時のピーク荷重が得られる。だから、ピーク荷重の低下は Δ_0/Δ_n に関係づけることができる。それを β で表わし、図4に $\beta \sim \Delta_0/\Delta_n$ 関係を示す。 n サイクルでのピーク荷重(V_n) は $V_n = V_0 \times \beta$ となる。以上の諸関係が決定されると、一方向くり返し荷重下でのピーク荷重が求められる。二方向にくり返す場合でも、各方向では上述の様に考え、更に各方向相互の影響因子(ϕ)を導入した。 X 軸方向でくり返した時、くり返しによる破損が小さければ Y 軸方向の挙動に影響しないが、破損の度合いが大きくなるに従い、影響も大きくなってゆく。(図5)

2-2. 1サイクル内の荷重変位曲線

1サイクル内では、クラックが閉じるまでは低荷重で変位がすすむが、一旦クラックが閉じると荷重が急に増し、いわゆる逆S字形の荷重変位曲線を示す。これを図6に示すような Sand-Spring モデルによってシミュレートした。すなわち、クラック部分を Sand で、コンクリート部分を Rigid body で、そして鉄筋の効果を Spring で表わしたものである。

3. シミュレーション

単調増加荷重時の荷重変位曲線は実験結果より得られたが、 $D_r-\Delta$ 、 $\alpha-N$ 、 $\beta-\Delta_0/\Delta_n$ および $\phi-D_r$ の各関係は実験結果との比較により定めた。また、1サイクル内での荷重変位曲線は、一方向くり返し試験に於ける 2ϕ レベルの第2サイクルの実験曲線を、ピーク荷重とピーク変位で無次元化して、全てに適用した。上記の諸関係を定める際には多量の数値計算を要した。モデルによる計算結果と実験結果との比較を、図7(一方向くり返し試験)および図8(二方向交互くり返し試験)に示す。

4. 考察

モデルの適用はまだ2 cases だけであるが、他に8 cases の実験結果が得られているので、それらへのモデルの拡張を検討している。2 cases の比較結果だけを見る限りでは、モデルの妥当性がうかがわれるが、供試体の Dimension & Properties が関与する影響については今後の課題である。

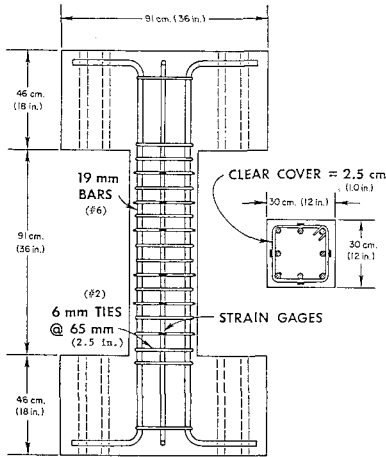
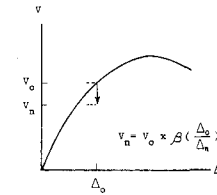
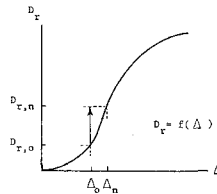


図1. 供試体



a) V-Δ relationship



b) D_r-Δ relationship

図2. V-Δ, D_r-Δ 曲線

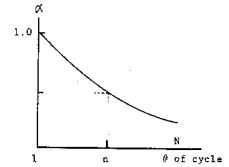


図3. α-N 曲線

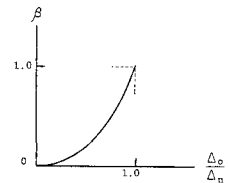


図4. β-Δ_o/Δ_n 曲線

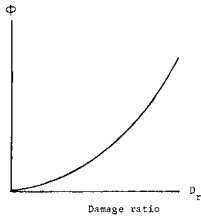


図5. φ-D_r 曲線

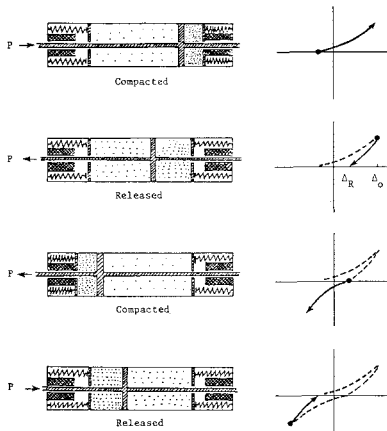
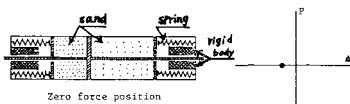


図6. Sand-Spring モデル

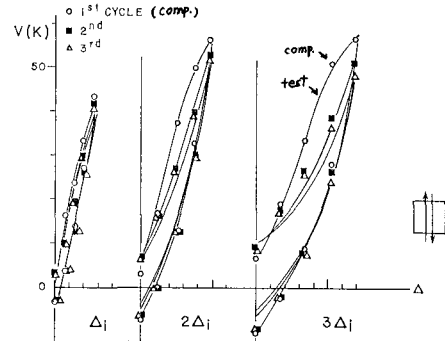


図7. 計算結果と実験結果の比較 (一方向くり返し試験)

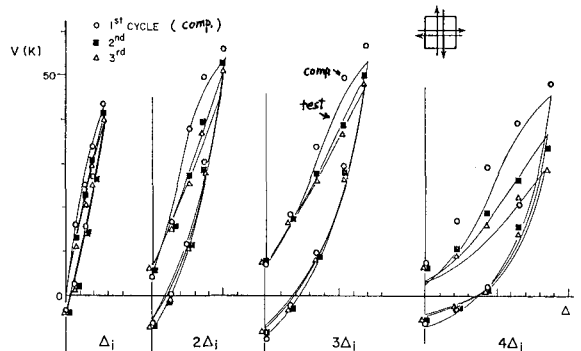


図8. 計算結果と実験結果の比較 (二方向交互くり返し試験)