

清水建設研究所 正○長 澤 保 紀
 電力中央研究所 正 青 柳 征 夫

1. ま え が き

鉄筋コンクリート製原子炉格納容器のせん断設計について、今日までいくつかの確証実験が実施され、設計式の提案もなされてきている。しかし、その提案は静的な実験結果にもとづくものであり、設計荷重状態Ⅲ・Ⅳで規定する地震動（ S_1 地震・ S_2 地震）のような動的な両振り繰返し荷重作用を受けた場合の実験的確認は得られていない。

そこで、著者らは Mattock の Push-off 試験体に S_1 地震および S_2 地震に相当する繰返しせん断応力を作用させ、せん断耐力およびせん断変形状状に対する繰返し荷重の影響を実験的に検討したので、以下にその概要を述べる。

2. 実 験 方 法

試験体は Fig-1 に示す直接せん断試験体 (Push-off タイプ) であり、せん断断面 $15\text{cm} \times 30\text{cm}$ 、コンクリート圧縮強度 $\sigma_c = 240\text{Kg/cm}^2$ 、最大骨材寸法 20mm とした。

試験体は荷重載荷前にせん断断面にあらかじめひびわれを入れておき、せん断断面に 4 種類のせん断補強筋 ($p_v = 0.63, 1.13, 1.77, 3.44\%$) を配置することとした。また、載荷方法によって DC, DT, SC の 3 種類に分け、試験体としては各 1 体、計 12 体とした。

荷重載荷は Fig-2 に示すように正弦波の両振り荷重で 10 波づつ作用させた後、静的に破壊まで Push-off (DC, SC) あるいは、Pull-off (DT) で載荷した。

荷重振幅は、面外せん断耐力設計提案式¹⁾より、算出した設計耐力の $3/4$ (S_1 地震相当) と設計耐力 (S_2 地震相当) とし、繰返し速度を 3 Hz (DC, DT) および $1/100\text{ Hz}$ (SC) とした。

3. 実 験 結 果

両振り繰返し荷重作用後の残存せん断耐力を Fig-3 に示す。

同図によれば、静的繰返し (SC) と動的繰返し (DC) の差はほとんどなく、Pull-off (DT) が Push-off (DC) に比して低い。しかし、全体として、先に提案されたせん断耐力設計式 (Fig-3 中の式) を上回っていると考えられ、その耐力性状も静的な結果とほぼ同様と判断される。

両振り繰返し荷重作用時のせん断変形から 1 波ごとの割線せん断弾性係数 G を求めると Fig-4 のようであ

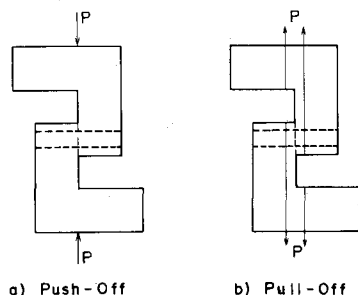


Fig-1 Shear Test Specimen

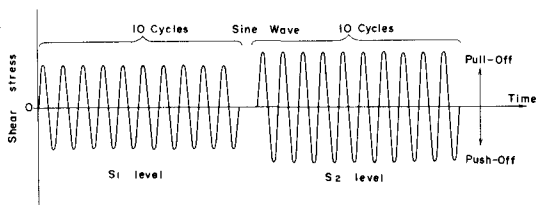


Fig-2 Stress History under Cyclic Shear

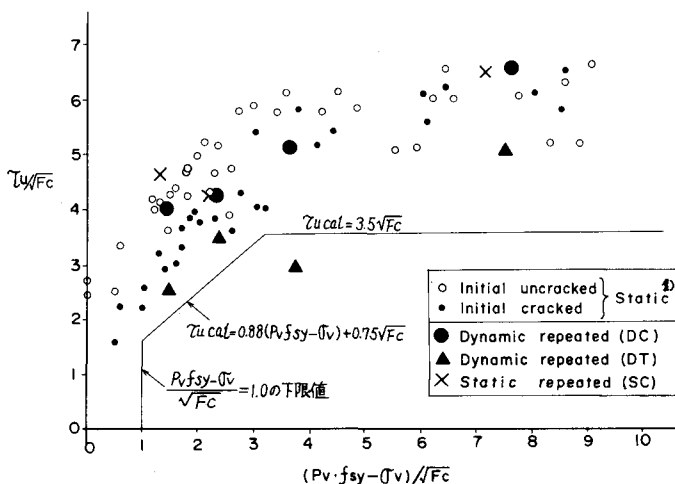


Fig-3 T_u/F_c vs. $(P_v.f_{sy} - \bar{\sigma}_v)/F_c$

る。 同図によれば、全体として、繰返し数の増加にともなってせん断弾性係数が低減する傾向にあり、また、静的繰返し(SC)は動的繰返し(DC, DT)に比してその低減率が少ない傾向にあるようである。

しかし、DC4 および SC1 のような結果もあり、本実験からは両者の差異を確証できなかった。

また、同時に測定したせん断断面のひびわれ幅とせん断弾性係数の関係を図示すると Fig-5 のようであり、静的載荷実験によって得られた結果²⁾と同様、せん断弾性係数はひびわれ幅と反比例関係にあることがわかる。

本実験では、初期ひびわれ導入直後の残留ひびわれ幅が 0.02 ~ 0.12 mm とばらついているが、両振り繰返し載荷によって 0.1 mm のひびわれ幅に至る場合には、せん断弾性係数はひびわれ発生前の 1/3 ~ 1/10 程度に低減しているものと考えられる。

また、静的繰返しの方が動的繰返しに比べて、ひびわれ幅の増加にともなうせん断弾性係数の低減がやや小さいようである。

Fig-6 はせん断応力とせん断ひずみの関係から 1 波ごとの等価粘性減衰定数を求めたものである。

同図から、両振り繰返し載荷による等価粘性減衰定数はほぼ一定の値を示しており、かつ、静的繰返しと動的繰返しの間に差異はみられないといえる。

ただし、定量的には他の実験結果³⁾に比して多少小さい値を示している。

4. ま と め

本実験で、地震動のような動的な荷重作用の影響について検討した結果、次の事がいえよう。

S₁ 地震相当および S₂ 地震相当の動的荷重作用によって残存せん断耐力は面外せん断耐力設計提案式¹⁾を下回らないと考えられる。

本実験は必ずしも理想的な両振りせん断状態とはいえないが、せん断弾性係数は繰返しによって低減する傾向を有しており、また等価粘性減衰定数は繰返し方法にかかわらずほぼ一定と考えられる。

参考文献 1) 青柳, 山田, 磯畑: "RC 格納容器の面外せん断耐力算定方法に関する一提案" 昭和 54 年土木学会年次学術講演会第 5 部概要集, V-175

2) 山田, 青柳, 内田: "鉄筋コンクリートシェル要素のひびわれ面におけるせん断変形に関する一考察", 昭和 55 年土木学会年次学術講演会第 5 部概要集, V-14

3) Alan H. Mattock: "Cyclic Shear Transfer and Type of Interface" Proceedings of ASCE, Vol. 107, No. ST10, Oct. 1981, PP. 1945-1964

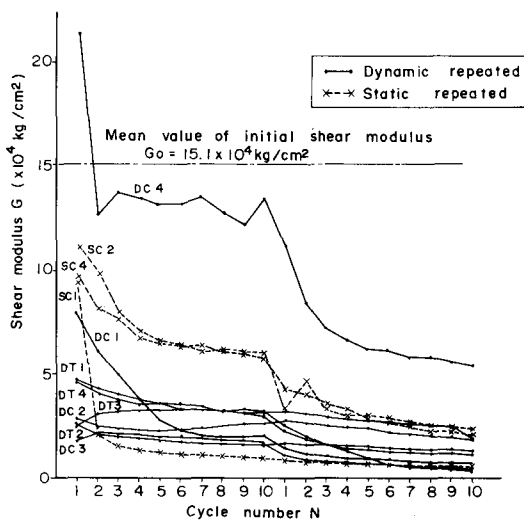


Fig-4 Shear modulus vs. Cycle number

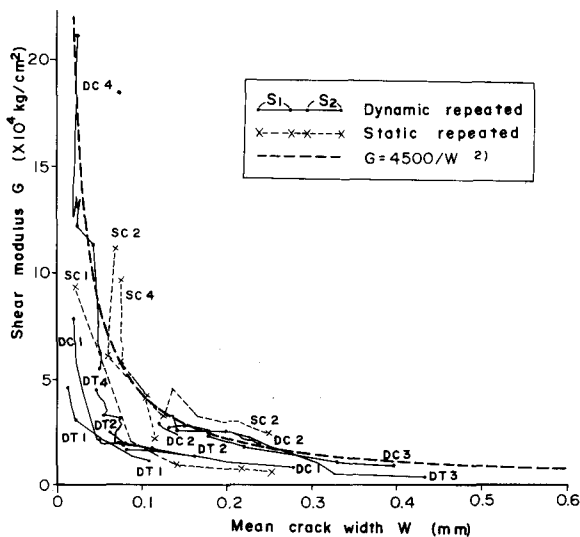


Fig-5 Shear modulus vs. Mean crack Width

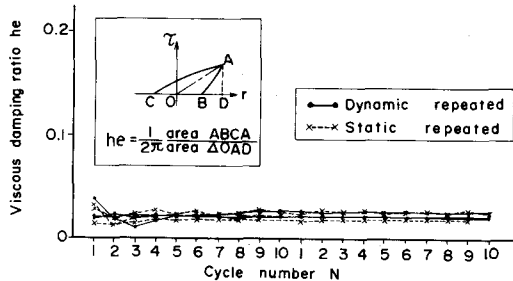


Fig-6 Viscous damping ratio vs. Cycle number