

アルミニウム棒積層体の一面せん断試験における進行性破壊

鳥取大学工学部 (正) 清水正喜 (正) 岩成敏介

○ (学) 曾田直樹

1. はじめに

本研究の目的はアルミニウム丸棒の一面せん断試験においてせん断される際の粒子の動きを解析することによって、進行性破壊の様子を調べることである。アルミ棒の詰め方によって結果が左右されるので、まず再現性のある詰め方を確立することを試みた。

2. 実験装置及び方法

改良型一面せん断装置を用いた。せん断箱は、アルミ棒のせん断状況が見えるように片側 (正面; 113.8mm×44.2mm) をくりぬいてある。φ0.8mmのアルミ棒を使用した。せん断箱に所定の量のアルミ棒を敷き詰め、垂直荷重 $\sigma$ を静かに加えて圧密した。垂直荷重一定のもとでせん断した。せん断速度は1mm/min程度で垂直荷重を0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 (kgf/cm<sup>2</sup>) の5種類に変えて実験を行った。0.5, 1.5, 2.5 (kgf/cm<sup>2</sup>) の場合については、せん断開始から水平変位0.5mmごとに写真撮影し、アルミ棒の動きとせん断メカニズムを調べた。

3. 結果と考察

3.1 アルミ棒の詰め方の決定

種々の詰め方を検討した結果、次の方法によってもっとも再現性のある結果が得られた。アルミ棒をせん断箱横より一層が約1.0cmの高さになるように4層積み、せん断試験を行うときの垂直荷重で交互に載荷・除荷を繰り返す。この載荷・除荷を50回繰り返す。図1に $\sigma=0.5$  (kgf/cm<sup>2</sup>) の場合の結果を示す。この図よりせん断応力 $\tau$ ～水平変位 $D$ の曲線はピーク時の値もほぼ等しくせん断初期のグラフは同様なカーブを描いている。よってこの詰め方には再現性があると言える。以下に示す結果はこの詰め方で行ったものである。

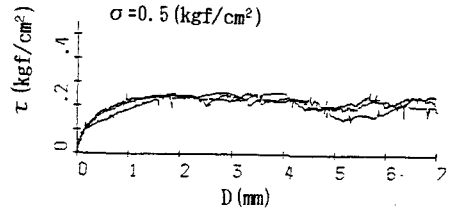


図-1 せん断応力 $\tau$ ～水平変位 $D$ の関係

3.2 せん断応力 ( $\tau$ )・垂直変位 ( $\Delta h$ )～せん断変位 ( $D$ ) の関係

図2 (a), (b) に $\sigma=1.5$  (kgf/cm<sup>2</sup>) の場合を代表例として挙げる。 $\tau$ ～ $D$ 曲線はピークを示した後激しい振動現象を示した。 $\Delta h$ ～ $D$ 曲線は、せん断とともに圧縮から膨張へ変化し、 $D=5$ mm以降ではほぼ一定の値をとる傾向にある。 $\sigma$ が大きいくほど間隙比が小さくなり、圧縮から膨張へ転じる水平変位は小さく、また膨張量も大きくなった。図3に $\tau_c$ と $\sigma$ の関係を示す。これよりせん断抵抗角は28.09°となった。

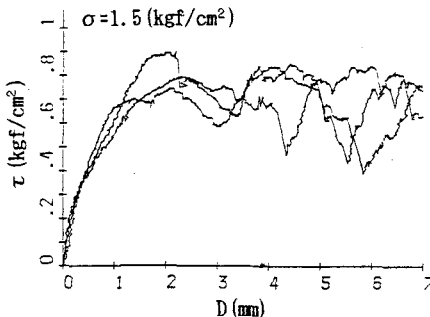


図-2 (a) せん断応力 $\tau$ ～水平変位 $D$ の関係

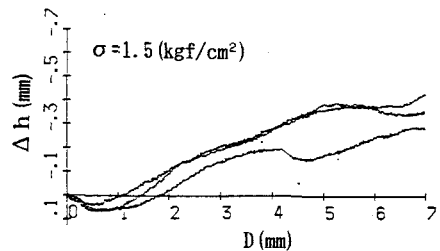


図-2 (b) 垂直変位 $\Delta h$ ～水平変位 $D$ の関係

### 3. せん断帯の発達状況

圧密後の供試体の正面に約2.5mm間隔で油性ペンで鉛直線を描き $D=0.5\text{mm}$ 毎に供試体正面から写真撮影した。写真上のペンで描いた線をトレーシングペーパーに写し取った。 $\sigma=0.5, 1.5, 2.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$ の場合 $D=0, 3, 5, 7\text{mm}$ における変形図を図4に示す。初め上下せん断箱両端部でひずみが生じ、せん断の進行とともに両端部より中央部にひずみが進行していくという進行性破壊がみられる。せん断帯は水平でなく上に凸や下に凸の曲線になっている。せん断帯で囲まれた領域はせん断が進むにつれて形成されていく。

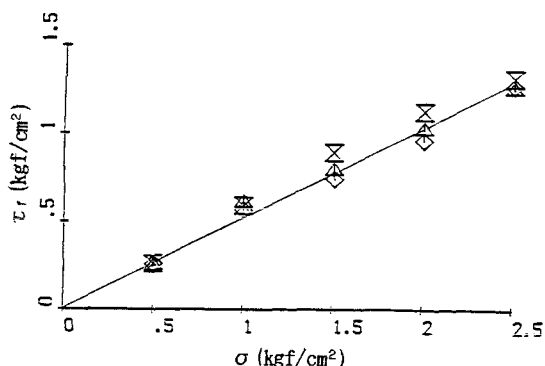


図-3 最大せん断応力 $\tau_r$ ～垂直荷重 $\sigma$ の関係

せん断帯の幅の変化を観察した。せん断帯の幅はせん断帯を滑りの方向と垂直に測った長さとした。垂直荷重 $0.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$ のとき約 $4.4\sim 2.2\text{mm}$ 、 $1.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$ のとき約 $3.5\text{mm}\sim 1.8\text{mm}$ 、 $2.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$ のとき約 $2.2\sim 1.3\text{mm}$ であった。このように $\sigma$ が大きくなるとせん断帯の幅が小さくなった。尚、せん断帯の幅は、水平変位の大きさに依らなかった。

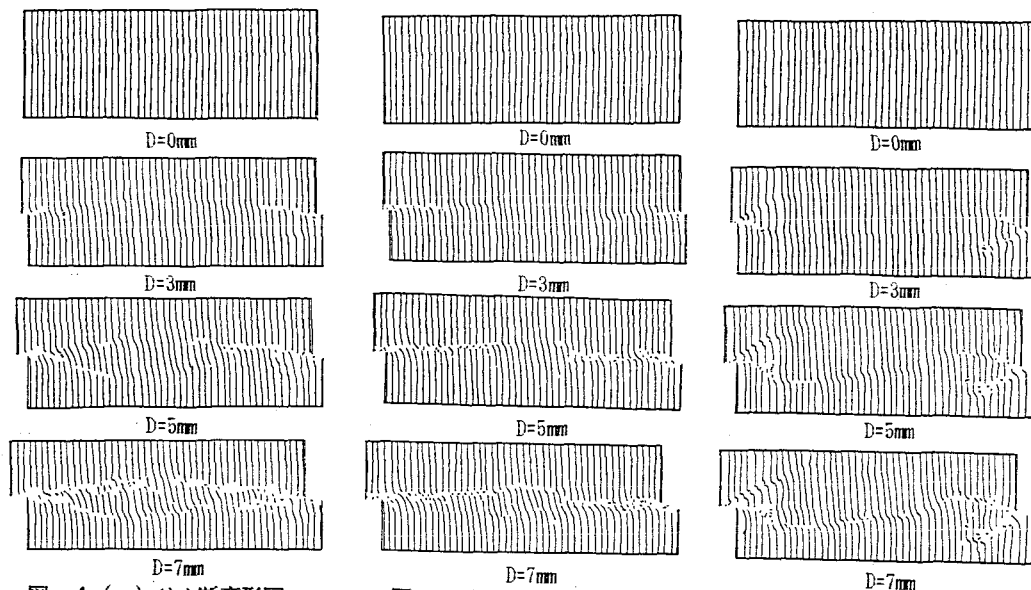


図-4 (a) せん断変形図

$\sigma=0.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

図-4 (b) せん断変形図

$\sigma=1.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

図-4 (c) せん断変形図

$\sigma=2.5\text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

### 4. 結論

- (1) ここで示した詰め方ではせん断抵抗角 $\phi=29.08^\circ$ となった。
- (2) せん断帯は水平でなく、上に凸や下に凸の曲線を示す。
- (3) 水平変位の増加とともにせん断帯で囲まれた領域が形成される。
- (4) せん断帯の幅は、水平変位に関係なくほぼ一定値をとり垂直荷重が大きくなると小さくなる傾向があった。