

主働・受働共存場における破壊機構と土圧に関する実験的検討

鳥取大学 正員 勝見 雅
・ ・ ・ 藤村 尚
・ ・ 学員。原 俊則

1. はじめに

擁壁、矢板のような壁体構造物が壁の下端より上の軸を中心
に回転破壊をする場合、回転軸より上の土は主働として、下の
土は受働として働くものと考えられる。このような主働と受働
が共存する回転破壊における砂の変形、壁体にかかる土圧、す
べり線の概観等を調べるために、本報告は回転破壊に関する二
次元模型実験を実施し、得られた結果から破壊機構と土圧に関
する実験的検討を試みたものである。

2. 実験概要

実験装置の概観は写真-1に示す。実験土槽は 2000×1500
 $\times 205 \text{ mm}$ の鋼製で、前面には厚さ 10 mm の板ガラスを設け砂の動きの観察と
砂との摩擦を軽減せしめた。モデル壁（以下壁という）は $1300 \times 200 \times 10$
 mm の鋼製で土槽に溶接されたH型钢に固定された蝶番にボルトで固定し、
そのボルト位置を付けかえることによって回転軸から壁の下端までの距離を
変えられる。壁の幅は土槽より 5 mm 短く、砂むれとガラス面保護のために
スポンジを貼り付けている。下端から 300 mm の壁にはボルトを受けけるため
の鋼板が溶接されており、壁の下部はより剛となっている。壁の摩擦角は δ
 $= 21.5^\circ$ 、鋼板の剛性はヤング係数 $E = 2.125 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ である。壁の回転
は、回転軸から 1000 mm 上の位置でジャッキと壁をチェーンで連結し、チ
ェーンをジャッキで水平に引張ることによって行う。土圧の測定はジャッキ
と壁の間に張力計を取付けスーパレコーダーによって連続的に記録した。砂
の移動の観察はカメラにフィルターを取付け開放写真を撮影することにより
行なった。実験に用いた砂試料は比重 2.66 、最大間ゲキ比 0.91 、最小間
ゲキ比 0.54 、内部摩擦角 $\phi = 33.4^\circ$ である。試料は土槽に自由落下により
一様に入れれる。このときの間ゲキ比は 0.71 である。すべり線を観察するた
め 4 cm 深さごとに黒い着色砂を帯状に入れれた。壁は鉛直の位置から3分間
に 2° の角速度で回転させ、最終 14° まで回転させた。

3. 結果と考察

主働と受働が共存する回転破壊における破壊機構の相違は写真-2, 3に示
すように壁の下端から回転軸までの距離(R)と、下端から地表面までの距離
(H)との比 R/H に依存するようである。 R/H の小さい場合(写真-2)、主働
域においてすべり線は回転軸より少し上の位置から鉛直と 23° 程度の傾きで
現われ、中央高さの位置で 28° になり地表付近では水平と約 50° に傾いてい
る。回転が進むと、このすべり線よりも壁側に同じ傾きをもつすべり線が観

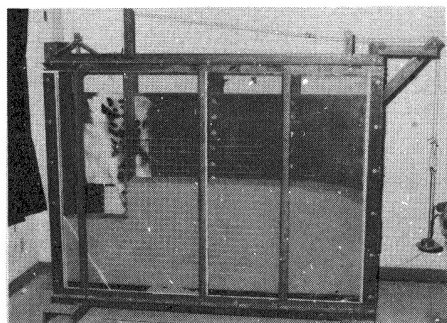


写真-1

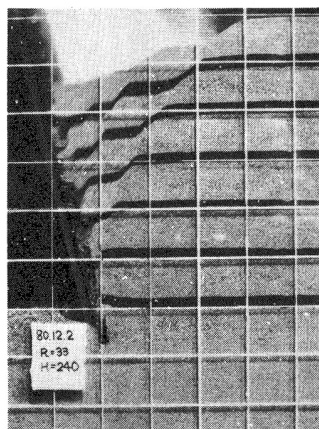


写真-2

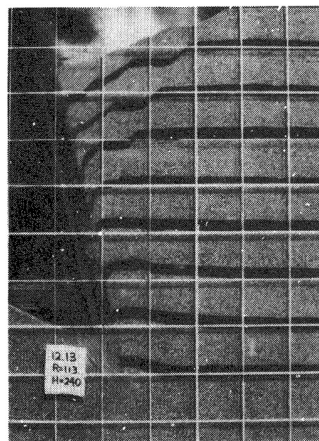


写真-3

察される。受働域におけるすべり線は、砂の変位が小さく観察がむづかしいが、壁の下端から起こり、回転軸より上方の壁に至る曲線を描いている。

次に R/H が大きい場合（写真-3）、主働域におけるすべり線は R/H が小さい場合と同様なすべり線が現われる。ところが回転が速むにつれて、すべり線が壁側に曲げられてゆくのが観察される。受働域において、輪を描くすべり線は R/H が小さい場合と同様に現われるが、壁の下端から地表へ向かうすべり線が現われる。したがってこのすべり線は地表までは発達しない。

砂の移動は、主働域ではすべり線に沿って下方へ移動する。一方、受働域では輪を描くすべり線に沿った回転的な移動と地表へ向かう移動が観察される。また地表へ向かうすべり線の外側で、回転軸より下方の砂が下方または右方に移動しているのが観察される。

以上のようなすべり線の観察結果から回転破壊のすべり線を図-1のように近似する。主働域では鉛直な壁と $(\pi/4 - \phi/2)$ の直線とし、受働域では壁の下端から回転軸までを底辺とする底角 $(\pi/4 + \phi/2)$ の二等辺三角形とし、遷移域では受働域のすべり線の上辺を初期動径とする対数線によって直線化する。ところが主働域のすべり線は回転軸の少し上で壁と交わっている。回転軸から交点までの距離（ R ）は図-2に示すようにいかなる回転角においても R/H に関係せず、回転が 5° 以後に一定の値であることが知れた。そこで本解析では図-3(a),(b)に示すようなすべり線を仮定したときの土圧の算定を試みる。受働域と遷移域、遷移域と主働域の交わっているすべり線での反力はそれぞれつり合っているとすると、土圧は実線部分のすべり線に働く反力とこのすべり線と壁によって囲まれる砂の物体力を考えればよい。図-3(a)の(I)の領域では主働域のすべり線に働く反力と一点鎖線より右側の物体力との合力として

$$P_1 = \gamma H^2 \tan^2(\pi/4 - \phi/2) / 2$$

として求められる。遷移域(II)の対数線では反力はすべて回転軸に向かっており、物体力のみを考える。受働域(III)のすべり線に働く反力は、最大・最小主応力と $\sigma_1 = K_0 \gamma H$, $\sigma_3 = \gamma H$ として、 $H - R/2$ から H まで積分した

$$\sigma_1 = K_0 \gamma (HR - R^2/4) / 2$$

$$\sigma_3 = \gamma (HR - R^2/4) / 2$$

を用いて求める。図-3(b)の場合にはすべり線に働く反力は受働すべり線だけを考えればよい。このように算定した反力とその作用位置、物体力とその重心位置から回転軸まわりのモーメントを求めて土の抵抗力を算出した。土塊論手法で求めた抵抗力と張力計により得られた値とを比較すると、図-4のように多少のばらつきはあるがよい対応を示している。

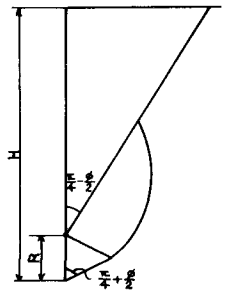


図-1

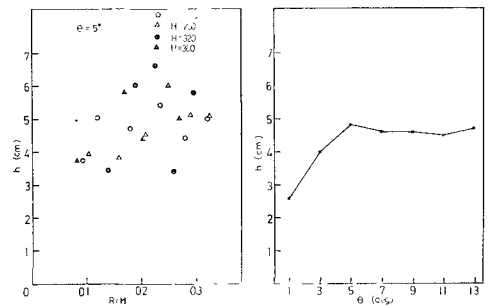


図-2

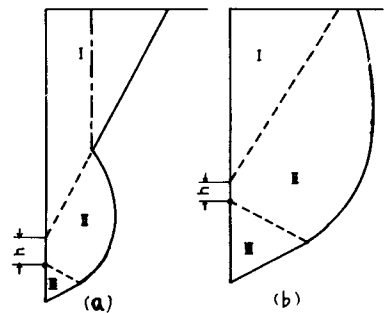


図-3

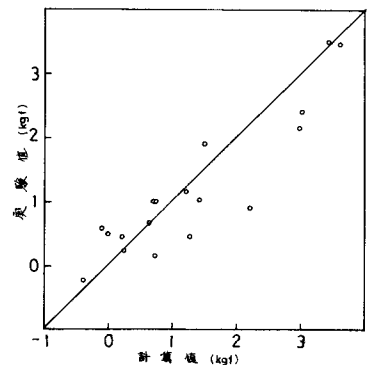


図-4