

1 はしがき ブロック積み工法の安定についての従来の研究は、ブロックの表面から控までの長さと同じ厚みの壁体とみて安定が検査されている。控とのあいだの飼石、目地が確実に施工されている場合は、上のモデルでよいが、飼石、目地の施工が不十分なときは力の作用点に変化し、十分ではない。本文は飼石の施工状態の良否が考察にとり入れられるがために式をみちびき、安定を検査し、背面土圧が、被覆工のこう配によって作用方向と変える限界および目地の施工の良否が安定に及ぼす効果を明確にせんとしたものである。

2. コンクリートブロック積みの安定

1) 転倒に対する安定 ブロック積み被覆工は、斜面上の積載荷重 q 、土圧 E 、地震力およびブロックの自重の合力が、ブロック支持面に作用している場合は安定である。図1において、座標系をブロックの頂部表面にとり、 A 点のまわりのモーメントは、 $X_0: A$ よりブロック重心までの距離($X_0 = -Z_G/\sin\beta - (y/2)\cos\beta$)、 W_B : ブロック重量、 e : 土圧作用点、 e' : 水平座度、 x : A より反力作用点までの距離、とすると、次のようになる。

$$X_0 W_B + e \cdot E + e' W_B = x \cdot W_B \quad (1)$$

JISに適合する図2のブロックの体積 V 、重心 Z_G は、細部の寸法と図示の記号にとると、次のように表される。

$$V = abc + (b/3a)(l-c)(a^2 + 10a + 10^2) \quad (2)$$

$$Z_G = [6a^2c(a+10)^2 + (l-c)^2(a^2 - 10^2(4a-30))] / [4(a+10)^2\{3a^2c + (l-c)(a^2 + 10a + 10^2)\}] \quad (3)$$

また、ブロックの控のあいだの飼石の球形とみなし、充填率を変化させたときの重量、重心の変化は表1のようになる。

上載荷重 q と $q = W_s y_1$ と土の重さにおきなおすと、任意の深さ y における土圧 E およびその作用点 e は、地震時の土圧係数と K として、次のように表される。

$$E = (K' W_s / 2) y^2 (1 + \gamma), \quad \gamma = y_1 / y \quad (4)$$

$$e = (y/3) \alpha, \quad \alpha = (3\gamma + 1) / (2\gamma + 1) \quad (5)$$

任意の深さまでに、 n 箇のブロックがあるとき、その全重量 W_B は、コンクリートの単位重量と w_c 、ブロック面こう配と β として、次のようになる。

$$W_B = V_B w_c n, \quad n = y / (a \sin\beta) \quad (6)$$

これらの値と(1)式に代入して、合力の作用点 x と求め、ブロックの表面および裏面の座標を表わす式と等置して、両者の交わる高さすなわち限界高さ y_c と求めると、表面側および裏面側についてそれぞれつぎのように表される。

$$y_{c表} = - \frac{3V_B w_c \cot\beta}{2AK' W_s \alpha (1+\gamma) \sin\beta} \pm \sqrt{\left(\frac{3V_B w_c \cot\beta}{2AK' W_s \alpha (1+\gamma) \sin\beta} \right)^2 + \frac{6V_B w_c}{AK' W_s \alpha (1+\gamma)} \left(\frac{Z_G - K' \sin\beta}{\sin^2\beta} \right)} \quad (7)$$

$$y_{c裏} = - \frac{3V_B w_c \cot\beta}{2AK' W_s \alpha (1+\gamma) \sin\beta} \pm \sqrt{\left(\frac{3V_B w_c \cot\beta}{2AK' W_s \alpha (1+\gamma) \sin\beta} \right)^2 + \frac{6V_B w_c}{AK' W_s \alpha (1+\gamma)} \left(\frac{Z_G - C - K' \sin\beta}{\sin^2\beta} \right)} \quad (8)$$

(7)式と(8)式と比較すると、(8)式のほうが小さく、ブロック箇数が少ないときは合力線が裏面側にはずれ、背面の土が支持力として十分働かないときは、裏側に倒れることになることを示す。

2) 滑動に対する安定 図3のように、上から n 番目のブロックの下面に作用するまさつ抵抗と F_n 、ブロック重量のり面の法線方向の分力と W'_B 、これに平行な方向に働く土圧の分力と E' とすると、滑動に対する釣

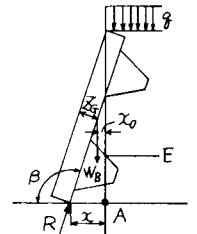


図1 転倒に対する安定記号

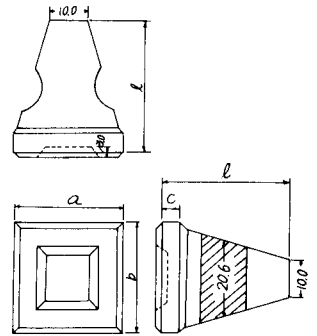


図2 ブロックの寸法

充填形式	重量kg	重心cm
I Simple Cubic	101.8	14.8
II Cubical Tetrahedrel	106.7	15.4
III Tetragonal Sphenoidal	112.4	16.1
IV Pyramidol	114.9	16.4

合式は次のとおりである。

$$F_n + W_b' \leq E' \quad (9)$$

安定条件を、頂部がらのブロックの面数 n 、極限高さを表すと次のとおりである。

$$n < \frac{W_b' (\mu \sin \beta - \cos \beta)}{(b/2) K' W_s a^2 \sin^3 \beta} \quad (10)$$

$$y_c = \frac{W_b' (\mu \sin \beta - \cos \beta) a \cdot \sin \beta}{(b/2) K W_s a^2 \sin^3 \beta} \quad (11)$$

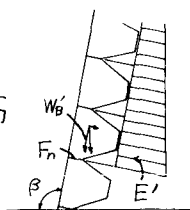


図3 滑動に対する安定の記号

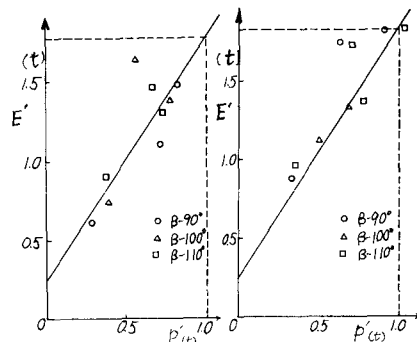


図4 まつ係数の測定におけるPとEの関係

μ はまつ係数である。これらの式は β が大きくなるほど滑動は起りにくいことを示す。

3) ブロックのまつ係数 μ 市販のブロックを3列4段に正方積みまたは一段ごとに半個づつずらして積んだ組積みのそれぞれについて

空積みおよび練積みにし、特定の1箇のブロック背面より荷重を加えてまつ係数と測定した結果を図4、表2に示す

積み方	μ	初期応力 σ_0
正方積 空積	0.30	
組積 練積	0.98	
正方積 練積	1.6	0.24 (0.98%)
組積 練積	1.6	0.24 (0.98%)

1箇のみ空積みの測定値 $\mu=0.6$ に比して正方空積の μ が小さいのは、ブロックの歪みで積上げたとき刃口にすき間が生じるためと考えている。

4) 安定領域の図示

図5は、正方および組積みのそれぞれについて空積みおよび練積みのケースについて、(7),(8)式および(11)式に上述の μ を用いて限界高さ y_c と求めて図示したものである。曲線より上の領域が安定である。右側折線で示される線は裏側に合力の作用点がいずれの限界で、背面の土が支持力として働かなければ、背面側に転倒または表面目地にき裂の生じる危険性があることを示す。建設省の標準設計および練積擁壁の規制高さを図中に示したが、これらは地震を考慮しなければ安定領域の境界と一致するが、地震時には不安定であると判断される。

5) 実地試験との比較

神戸大学の実地試験結果と(10)式との比較を行なう。各常数は試験報告の値を用いた。本解析に用いた土圧式と実測値の比較、限界ブロック数を図6に示す。図7は時間毎に測定されたブロックの変位を示すが、変位差の基だしいと滑動していると考えると、計算結果と一致する。本研究は岐阜大河村教授と代表者とする特定研究の一部として行われたもので、関係者に謝意を表する。

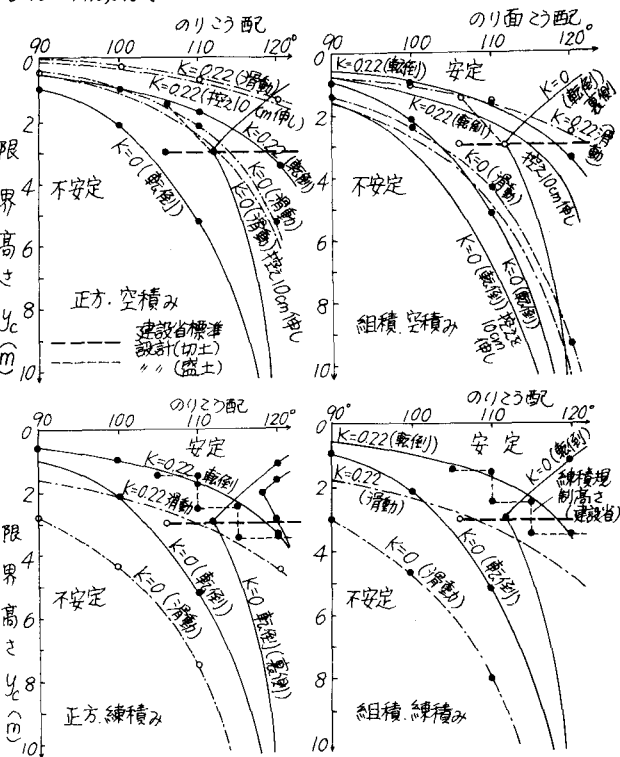


図5 各種積み方によるのり面の限界高さ

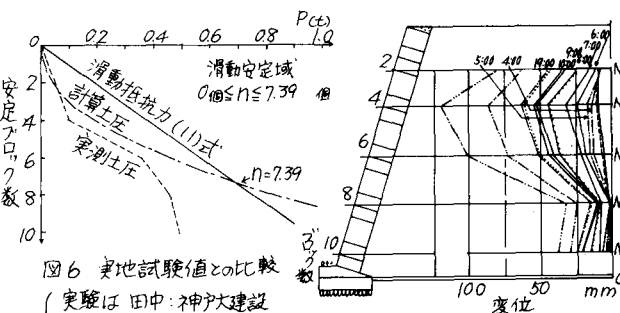


図6 実地試験値との比較 (実験は 田中:神戸大建設工学研究所報告 No.11 外)

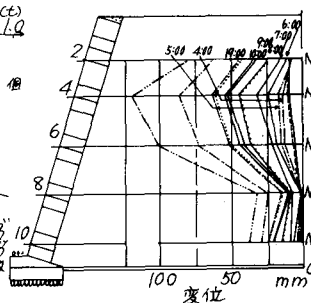


図7 変位の測定値