

討 議

第十九卷第一號 昭和八年一月

自働性土壓力

(第十八卷第七號所載)

准 員 工 學 士 松 尾 春 雄

表記論文の著者會員並川熊次郎氏が多年の現場に於ける經驗を基礎として、土壓の測定試験を志ざされ自力を以て一切の試験設備を整へ長日月に亙りて研究に没頭せられた熱心に對して深甚の敬意を表する次第である。土壓測定の困難な事は實際に之を試みて初めて知るのであるが、著者が示された如き結果に到達する迄には非常な努力が拂はれた事と思ふ。

以下先づ試験の結果に對して私見を述べ、且つ靜止土壓力測定の他の試験と比較討議し、次に著者の「土胞」の取扱ひに對し意見を述べて御教示に預りたいと思ふ。

總説に於て從來の土壓論が著者の考と根本的に相容れない様に述べてあるが、結局は同じ事を言つてみられると思ふ。これは著者の試験方法に就て見れば明であつて、その測定値は極めて僅かに壁の移動を許した場合の値であるから、これは著者の所謂「何等外力の影響に依らざる眞に土體の本質に依り出でたる自働性土壓力」ではなく矢張壁の存在を前提とした土壓力であつて、從來の試験方法と異なる所はない。即ちその測定値は幸か不幸か著者の最初の目的に反して我々が日常遭遇し最も必要を感じる擁壁に働く土壓の測定となつて、從來多く行はれた試験に更に新しい一つの資料を加へた事になつた。著者の計算方法を見るに最大摩擦角 ϕ が働いた場合を取扱つてあるから、矢張擁壁等の極めて僅かの移動を前提とする事は在來の土壓公式に於けると同様である。

次に著者の試験結果に修正を施す必要があると考へる諸點を列挙する。

1. 力の作用點 著者の試験の方法は P. M. Crothwaite¹⁾ 氏のものと類似し兩方共に壁に作用する土壓の力率を測定し、合力の作用點を $1/3 H$ と假定する事によりその水平分力を算出してある。地表面が水平の場合に鉛直壁面に作用する土壓合力の作用點が近似的に $1/3 H$ なる事は諸家の試験²⁾³⁾ により明であるが、地表面が傾斜した場合には異なる。Feld 氏³⁾ の試験に就て見るに地表面の傾斜 β と重心の高さとの關係は第一圖に示す如くであつて

β が大なるとともに h_0/H は大となり $\beta=30^\circ$ に於ては約 0.44

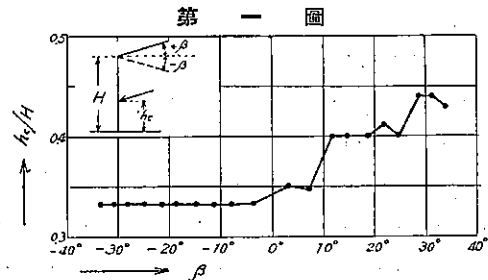
となる。故に著者の $\beta=10^\circ$ 以上の値はこれを考慮して修正を

施す事が必要であると思ふ。假りに Feld 氏の $h_0/H=0.44$ ($\beta=$

30° の場合) をとれば並川氏の土壓係數 C の値は(第四圖参照)

$$\frac{(0.44 H+c)-(1/3 H+c)}{(1/3 H+c)} = 0.246 \quad \text{即ち約 25 \% だけ表の値}$$

より小となる筈である。この事は Crothwaite 氏の試験の結果に就ても同様の事が言はれる。次に並川氏の第一表を圖表

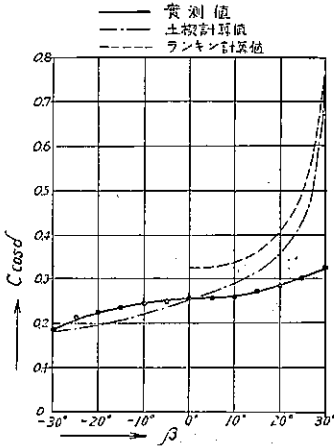


1) "Experiment on the Horizontal Pressure of Sand" Min. of Proc. of the Inst. of C. E. Vol. 209 1919-20 pp. 252-283.

2) "Earth Pressure" Engng. May 23 and June 13, 1930 pp. 689 and 753.

3) "Lateral Earth Pressure" by J. Feld. Proc. of the Am. Soc. of C.E. Vol 49, 1923. pp. 603-660.

第二圖

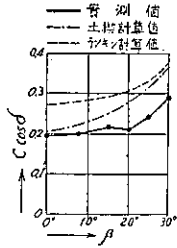


にした値と Crothwaite 氏の試験結果を第二圖及第三圖に掲げて比較する。

尙兩者に使用された土砂の性質は次の如くである。

第二圖	w 1.48 kg/l	ϕ 30°	ϕ_0 (30°)
第三圖	1.51~1.67 kg/l	35°	(32°8')

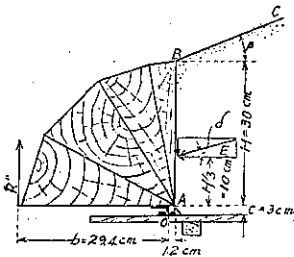
第三圖 () は本文に明示されてゐないから大體の數字を掲げたもの。



二組の測定値は ϕ が異なるからその絶対値は異なるのが當然であるが、兩方の計算値との関係はよく類似してゐる。何れも β が大なる場合に測定値は計算値よりも著しく小であるが更に之の上に述べた補正及以下述べる種々の補正を施した結果は測定値と計算値との開きが益々大になり $\beta=30^\circ$ に於ては $\beta=0^\circ$ の場合よりも小なる

るか(並川氏)或は殆ど同じ値(Crothwaite氏)を得る事となる。これは事實でないと思はれるから Feld 氏の實驗方法及と並川及 Crothwaite 兩氏の力率測定の方法とでは力の分布状態が異つてゐるのではないか、之を確める必要があると思ふ。

第四圖



2. 力率の取扱 第四圖(原著第一圖)に於て支點 O の周りの力率を考ふる場合土壓の鉛直分力は全然考へてない。その理由として壁面に硝子板、亜鉛引鐵板及砂を糊着せるものを使用せる場合に試験の結果が差異がなかつたからであると述べられてゐるが、上記三つの場合に於ける摩擦角 ϕ_0 は夫々約 20°, 25°, 30° と推定されるから之に依りて起る鉛直力の差が割合に小なる爲に差異を發見し難かつたのではないか。從來の試験²⁾³⁾に依れば土壓は ϕ_0 だけ下方に向つて傾いてゐるが、若しこの場合に之を適用すれば、之に依り生ずる誤差は次の如く

$$\left[1 \times \sin 30^\circ \times \overline{OA}^4 \right] + \left[\left\{ 1 \times \cos 30^\circ \left(\frac{H^3}{3} + c \right) \right\} - \left\{ 1 \times \sin 30^\circ \times \overline{OA} \right\} \right] = 0.056$$

即 5~6% だけ C の値が大になる筈である。

3. 側壁の影響 特に側壁の影響を試験した結果⁶⁾に依れば此の木槽と殆ど同じ寸法のしかも同じ壁が下端の周りに回轉する装置で測定した場合に壓力は側壁の爲約 3% だけ小になると發表されてゐる。試験の方法に依り結果が異なる事はあり得るが側壁の影響を全然無視した試験の結果を以て 0.08% といふ様な誤差を云々する事は當を得てゐないと思ふ。

4. 槽の奥行 $\beta=20^\circ, 30^\circ$ 等の場合にはその奥行は 60 cm. では足りない。この場合 $\phi=30^\circ, \phi_0=30^\circ$ として土楔論により算出した崩壊角は 30° となり奥行が足りない事は明であるが、著者は土楔論その他に對して新説を唱へ之を立證せんとせられる以上 β が相當大なる場合には尙大なる奥行に依つて試験すべきではなかつたか。

4) \overline{OA} の距離は本誌に記載されてゐないが著者の別の印刷物「擁壁に及ぼす土壓力」に依る。

5) 今は假りに力の作用點を $H/3$ として取扱ふ。

6) "Experiments on the Horizontal Thrust of a mass of Sand" by G. H. Darwin Min. of Proc. of the Inst. of C. E. Vol. 71, p. 350 (1882-3).

$\beta=20^\circ\sim 30^\circ$ に於て測定値と計算値との差が大なる原因の一つは之に因るのではないかと思ふ。

5. δ の値 第三表及第四表等に於て φ が $41^\circ\sim 44^\circ$ なる如き大なる値を有する場合 $\delta=\varphi$ としての計算値と實驗値とを比較してあるが壁面の板と砂利との間の摩擦角が此の如く大であるとは考へ難い。依つて第三表及第四表は $\delta=30^\circ\sim 35^\circ$ として計算すれば (5) 及 (6) 行の値は實驗値に尙近づく。

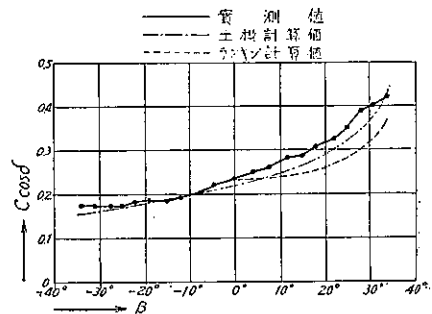
以上諸項目に互つて試験値に修正を施すべき諸點に就て述べたが著者が抵抗土壓力を避け、又僅かの振動等の影響を除く爲に充分に注意されて、相當に信頼し得る値を出された事に對しては充分敬意を表する。しかし著者がその測定値を検證公式と比較して誤差が殆ど 3% 以下にある事を立證する事に急ならず、上記諸項目に就て更に検討されて充分信頼するに足る測定値を示されん事を學界の爲切望する次第である。

尙次に前記 Feld 氏の試験の結果及其計算値との比較を第五圖に掲げ比較研究する。この試験は幅 5' 高さ 6' の木の壁に作用する壓力を水平の三支點及鉛直の二支點にて壁に約 $1/8000'$ の移動を許した場合の土壓を測定したものである。試験に使用した砂は息角 $39^\circ 30'$ ；内部抵抗角 (Angle of internal resistance) 35° ；内部摩擦角 $35^\circ 30'$ ；壁との間の摩擦角 $32^\circ 30'$ であつて計算は抵抗角によつて行はれてゐる。この結果を第一圖及第二圖に比較するに計算値との關係は全く反對になつてゐる。しかも第一圖の計算値は息角に據つてなされてゐるから、この試験を若し $\varphi=39^\circ 30'$ として計算

した値と比較すればその差は益々大となる。第一圖及第二圖の測定値 (既記の諸補正をなせば一層土楔及ランキン計算値より小となる様であるから結局この二つの實驗値は一は計算値より大、他は小となる。Feld 氏の測定の中側壁に轉子を設けて土楔の部分を可動にした事等はその結果に多少の疑を懷かしめるが、概して信頼するに足る値であると思ふ。従つて測定値がその方法により計算値より或は大に或は小に出る事は即ち計算値が相當に近似的である證據とも言はれる。

原著 6. 土體内部の假想的構造 以下の取扱ひは極めて新奇であつてその目的たる $e=wh(1+\sin^2\beta)\sin\varphi(1-\sin\varphi)$ の式を出す爲に都合の良いやうに「自由」に取扱はれてゐる。第五圖に於て鉛直力總和は $1/2 W$ であるべきものが何時の間にか $1/2 W(1+\sin^2\beta)$ となり又水平土壓の原因となるべき力として $1/2 W(1+\sin^2\beta)\sin^2\varphi$ の項をとりたる理由等は明でない。著者の假定された形に於ては六角の底面に働く力と斜面に働く力との割合は素より明にする事は出来ないし、又此の形では φ が働かなくとも平衡を保ち得る筈である。たゞ壁面の存在する附近に於てのみは或水平力で支へられなければならない。丁度硝子玉を積重ねた端の部分と同様の状態であるから、この部分に就てのみ平衡を保つ爲の力を算出すれば多少目的に副ふ事となる。圓壘を積重ねた時の計算は Jenkin²⁾ 氏が面倒な計算の結果を發表されてゐるが、之に依れば圓壘相互の接觸の工合により全く異つた平衡状態となり結局この計算では特殊の接觸の場合を算出出来るに過ぎない。著者の場合も假令その稜形或は六角體を假定しても——この形をとる事に對する根據は至つて薄弱であるが——之を正確に取扱ふ事は不可能に近いと思ふ。しかも從來の簡單な土楔計算法その他に依る場合に比し、より正確な結果に到達し得る事は至難でないかと推察される。以上妄言を謝し著者並に諸家の御叱正を願ふ。以上

第五圖



7) "The Pressure Exerted by granular Material" Proc. Royal Soc. of London, Series A. Vol. 131 pp. 53-89, 1931.