

参 考 資 料

第十九卷第二號 昭和八年二月

Jenkin の 土 壓 論 と 其 實 験

(P. Caufourier; La poussée des terres et le calcul des murs de soutènement, calculs et expériences de M. C. F. Jenkin. Le Génie Civil, Tome CI, No. 10, 3 Sept. 1932, pp. 230-235.)

英國の Charles Frewen Jenkin は Coulomb の土楔を假定せる土壓論を妥當なりと認めて、實驗的の根據から之を補正した新土楔論を立てた。同時に砂の内部及壁面摩擦角 φ, ψ を實驗的に測定し、模型を使つて其砂が任意の勾配の壁に及ぼす壓力を實測し、土楔論と Rankine, Résal 一派の應力解析より導いた新土壓論とが實用上充分一致する事を檢證した。(1)

彼は其實験装置に於て地表面の勾配角 i を $-\varphi \sim +\varphi$, 壁面の垂線に對する傾角 α を $-\frac{\pi}{2} + \varphi \sim +\frac{\pi}{2}$ に變化して行つた處、 α に充分大なる値を與へると傾角 γ の面 OC と傾角 $\beta (< \alpha)$ の面 OB との 2 個の滑り面の發生を認めた (第一圖參照)。即ち擁壁背後の粉體の崩壊に依つて發生せる土楔は COB であつて彼は之を恰も固體と考へ、其重心 G に働く重量 P は、OB' = $x_1 b$ なる B' 點に作用して OB の垂線と角 z_1 をなす反力 r と、OC' = $x_2 c$ なる C' 點に作用して OC の垂線と角 z_2 をなす反力 R とに依つて釣合を保てるものと假定した。釣合の條件式は

$$\begin{cases} P = R \sin(\gamma + z_2) + r \sin(\beta + z_1) \\ H = R \cos(\gamma + z_2) + r \sin(\beta + z_1) \\ \frac{P}{3} (b \sin \beta + c \sin \gamma) = R x_2 \cos z_2 - r x_1 \cos z_1 \end{cases}$$

茲に $P = \frac{\gamma h^2}{2} [\tan(\gamma + i) + \tan(\beta - i)]$

H は R 及 r の水平分力で β 及 γ は同時に H を最大ならしむるものでなければならぬから

$$\frac{\partial H}{\partial \beta} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial \gamma} = 0$$

又 $z_1 = z_2 = \varphi$ であるから、之を上式に入れて β, γ 及 H を求むれば、

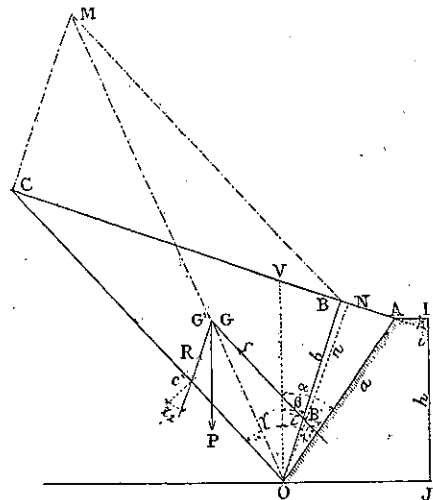
$$\begin{cases} \beta = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} + \frac{\varepsilon - i}{2} \\ \gamma = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} + \frac{\varepsilon - i}{2} \end{cases} \quad \text{茲に } \sin \varepsilon = \frac{\sin i}{\sin \varphi}$$

$$H = \frac{\gamma h^2}{2} \frac{\cos^2(\alpha - i)}{\cos^2 \alpha} \frac{\tan(\gamma + i) + \tan(\beta - i)}{\tan(\gamma + \varphi) + \tan(\beta + \varphi)}$$

となる。

次に比 x_1 及 x_2 は 1/3 に等しい事が證明出来るから、結局壁の背面に働く合力 (所謂主動土壓) は r をブリ

第一圖 二個の滑り面で圍まれた土楔の力の解析



(1) C. F. Jenkin, The pressure on retaining wall. Minutes of Proceedings of the Institute of Civil Engineers, London, 1932.

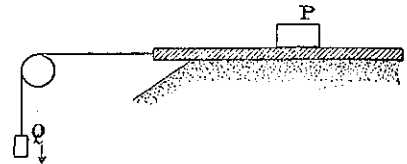
ズム AOB の重量と合成して求められ、此合力が背面の垂線となす角は φ と異り、作用点も O 点から 1/3 の点でない事が判る。

以上は $\alpha \geq \beta$ の場合であるが、 $\alpha < \beta$ に對しては $\beta = \alpha$, $z_1 = \psi$ $z_2 = \varphi$ として γ , H を求めればよい。

上記の三角方程式の解は可成り面倒であるから、Jenkin は更に R , r 及 γ の圖式解法を案出した。 $\varphi = \psi = 30^\circ$, $i = +20^\circ$, $\alpha = 10^\circ$ の場合に對して圖式に求めた結果は $\gamma = 44^\circ$, II の $\Delta h^2/2$ の係數 = 0.44 となるが、これを Résal の教科書²⁾の表の値 0.43S と比較すると非常によく一致してゐる。

實驗 壁面摩擦角 ψ を測るには第二圖の如く先づ砂を盛り溢してその上に測定しやうとする材料の板を載せ、荷重を加へて水平に動き始めるときの力を測定した。内部摩擦角 φ は板に膠を塗つて之に砂を振りかけて φ と同様に測定するか、又は平面の砂の表面を靜かに傾けて表面の砂が溢れ出すときの傾斜角(所謂安息角)を測定した。

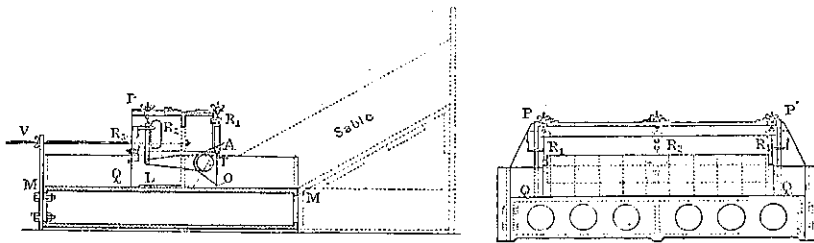
第二圖 摩擦角測定装置



次に彼は第三圖の装置を使用して動き得る壁體に加はる砂の壓力を測定した。構造は 558.8mm × 101.6mm の真鍮の板で作つた壁がスプリング R_1 , R_2 , R_3 に依つて杵 PP'QQ' に吊されてゐる。これらのスプリングに依つて壁に加はる壓力の 3 方向の分力が測定されるが、スプリングは非常に硬いものを用ひて實驗中壁の方向が變らない様に、又壓力に依つて極く僅かしか變形しない様に装置され歪みは光學的に擴大して讀み取る様になつてゐる。

實驗にはスクリーに依つて杵 PQ をアルミニウム製の支臺 MM 上を約 4mm 宛移動せしめて一回毎に R_1 , R_2 , R_3 の歪みを讀み取る。

第三圖 Jenkin の實驗裝置の側面及正面圖



實測の結果壁に加はる壓力は移動量 20mm を周期とてて周期的に變化し、滑り面 OC の傾角も最初に發生した時の勾配から漸次減少し 20mm を周期として再び最初の勾配に戻る事を認めた。

最後に Jenkin の實驗から求めた係數は $\alpha = 0 \sim 45^\circ$ の間では Résal の表の係數とのふれは最大 5% で非常によく一致するが、 α の負の値に對しては Résal の係數は實驗より可成り高く出る事を記してゐる。

以上を要するに 2 個の滑り面の發生に關する限り、土楔の理論は Jenkin に依つて完成され、少くも實用上の範圍内 ($\alpha = -10^\circ \sim +45^\circ$) では土楔論は彈性鈎合の理論から導かれた Résal の結果に比し得る嚴密な値を與へる事が檢證された。而も Jenkin の方法は Résal に比して其解析が容易なる點と、殊に圖式解法を導いた爲 Résal の如く教科書の卷末の表を必要としない點で更に實用的である。

(野坂孝忠 抄譯)

²⁾ J. Résal, Poussée des Terres 1, 2. Paris, 1910.