

討 議

第十九卷第十號 昭和八年十月

鐵道線路下暗渠に及ぼす土壓及列車荷重

(第十九卷第六號所載)

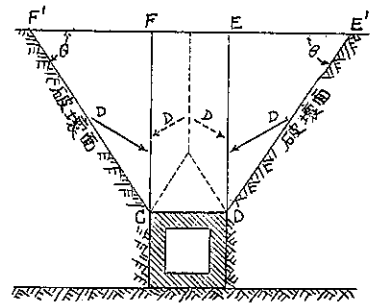
會員 工學士 並川 熊次郎

暗渠の受くべき鉛直土壓の軽減に關しては、筆者も曾つて島田氏の引用された原著第一章 3, Bierbaumer 氏と略同様な算定法を案出したことがある。今回圖らずも島田氏の發表を見て約 20 年前の知己に會した様な快感に打たれた。所が筆者は當時何等の理由でこの案を放棄したのか殆んど忘却し、只破壊面を矢筈に引いて種々様々の方面から調査した記憶を籠氣乍ら存し居るに過ぎない。今にして思ふと、この案には下に列記する様な種々の疑點を持つて居ると考へる。

1. 土楔説より見たる疑義

Rankine 氏の土壓論では、土體内部の深さに正比例する鉛直壓力の常在を前提として居り、尙又常識から考へても暗渠上面に働く鉛直壓力は該面上面の鉛直土柱の重さに等しとするが當然であるが、土楔説心醉者から見ると、何等かそれを減すべき算法が有りそうに考へられるのは獨り筆者ばかりでは無かつたのだ。

島田氏の原著第三圖、第五圖で見ると孰れも破壊面の起點が暗渠底の左右兩側邊に想定されてある。これは明かに基礎地盤の沈下傾向を豫想した事と成る。従つて又暗渠そのものゝ沈下傾向も豫想されるから、暗渠上面の左右兩側邊を起點とする破壊面も想定される筈である。そうなると、原著第四圖の鉛直土柱 (CDEF) は擴大して圖の如く (CDE'F') となる。この場合原著の如く水平土壓力 $D = 1/2 rh^2 \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ が鉛直摺動面 \overline{DF} 並びに \overline{OE} に働くことゝすると、破壊面の傾斜角 θ は $(45^\circ + \varphi/2)$ で、土楔 (DEE') 並びに (CFF') の全重量は破壊面にのみ働いて、中央土柱には少しも加はらないばかりか、暗渠の沈下傾向に伴ふ鉛直土柱の沈下傾向に因つて該土柱の左右兩側に上向摩擦抵抗力 D の發現も豫想したく成るが、これは次節に説ける理由から妥當なもので無いので、却つて D は土柱に對して、斜下方に働くことすべき様だから、これでは豫期に反して、鉛直土柱の重量軽減所か、却つて、その左右兩側の土楔の重量の一部をも加算せざるを得ないことに成る。



これに反して、軟弱地盤では暗渠の直下には相當な基礎工事が施設されるから、相對的見地から云へば暗渠並びにその直上の鉛直土柱には沈下傾向無く、却つてその左右兩側の土體の沈下が豫想される。これが爲に鉛直土柱の内部にはその中央鉛直面を境界とする左右兩方向への斜下向摺動傾向が誘發される。そこで圖中點線で示した左右兩部の變態土楔の成立が豫想される。かくて鉛直土柱 (CDEF) の重量の一部がその左右兩側の土體によつて支持されるべきは前項に準じて容易に推定されるから暗渠の受くべき鉛直壓力はそれ丈軽減される事は明かだ。

以上の所述から考へると鉛直土柱重量の減殺は暗渠の沈下傾向の豫想される場合に實現しないで、却つてその兩側土體の沈下傾向に因つて得らるべきだとの結論に達するが著者の御高見果して如何。

2. 適用公式に對する疑問

原著には土柱兩側に働く土壓力 D を $1/2 rh^2 \tan^2 (45^\circ - \varphi/2)$ に等しとせられた。この公式は今より約 180 年前 Coulomb 氏によつて案出された鉛直壁面に對する土壓力の値を與へたもので、今尙この公式は爾餘の諸公式を壓して、最普遍的に適用されて居る事實もあるから、これが本論に適用されたとしても何等異議を申立つべきでは無い筈である。

然るに一方ではその後、壁面摩擦説が提唱された結果、該公式は上記の摩擦力が零なる場合にのみ成立するものと斷定された。併し乍ら、物と物とが摺動する場合に生ずべき摩擦力が零であるとは、單に數理上に於ては兎に角、凡そ現世の實際問題としては想像もつかない事ではないか。これでは折角の公式も一片の浮雲として技術界から疾くに雲散霧消すべき筈なのにも拘はらず、事實はその反對に益々普遍化しつゝあるのには大いに理由がある。それはこの公式の形態が簡潔で、適用上並びに記憶上便利であり、加ふるに Rankine 氏公式と異形等値なることの強みもあるに因るが、尙それ以上の重大理由はこの公式が擁壁顛倒の原動力たる水平土壓力に對し寧ろ過大と認められる程の値を與へるにある。この事は擁壁設計者に取つては、その安定を期する上から、感謝すべき福音であるに相違無いが、本論の如き場合にこれを適用しては、暗渠の荷重を過度に輕減する事となるから、暗渠の設計者に取つては危懼を感じしめねば止まないであらう。加之、近代の土楔論者の主張するが如くこの公式は摺動摩擦力が零なる場合に成立すると成ると、本論の最必要要件たる鉛直摩擦抵抗力の發現はこの公式に據つては全然期待し得ないではないか。前節の結論は上記の理由を根據として得たものであるが、尙筆者は種々の方面から考へて在來土壓論が與ふる土壓力は一種の受働性を持つたものと斷定して居るのであるから、擁壁に對しては兎に角本論の如き、或は閘門や乾船渠の床部の設計等に對し、これに關連せる擁壁部の受くる土壓力を算定するに際し不安を感じるの餘り、眞の自働性土壓力の算定法を得るの必要を認め、本誌第十八卷第七號所載「自働性土壓」の如き結論に達するを得た。この拙著には簡單の爲に、鉛直壁面の場合のみを抜載してあるが、それは恰も本論の場合に適合するから同著の末節に記した檢證公式を茲に附記して著者の御高見を伺ふ次第である。

$$\pm E = \frac{1}{2} w \cdot H^2 (1 \pm \sin \beta) \sin \varphi (1 - \sin \varphi)$$

然るに本論で地面傾斜角 $\beta = 0^\circ$ であるから、上式を次の如く書換へる。但し孰れの場合でも φ は $36^\circ \sim 45^\circ$ なる砂又は砂利に限る。

$$D = 1/2 rh^2 \sin \varphi (1 - \sin \varphi)$$

上式は形態の簡潔さに於て在來公式に譲らないのみか、前節の最後に述べた場合では破壊面が土柱内に想定されて土楔が三角形を成さないから直接に公式を適用し難いに對し、上式は何等の顧慮と餘分の手数を要しない簡便さがある。

3. 鉛直摺動面の位置に關する疑問

島田氏は鉛直摩擦抵抗力の發現には土柱と兩側土との間の相對性運動を必要とする由を繰返へし唱導せられて居るにも拘はらず、尙又第二章 1. 冒頭に述べられた重要想定を呈示された第四圖をも無視して、第五圖では第三圖と同様に暗渠側面の延長面を隔て、鉛直摺動面を撰定されて居る。これは單に算出の便宜上許りとは見過ごせないのは、これが爲に算式に s や t を參加せしむるの煩を増すのみか、鉛直土壓力の輕減値、即ち鉛直摩擦力の強度を稀薄ならしめ、尙最後の (1) 式の取扱を簡便ならしむる爲には $b = t$ 、即ち暗渠の横斷面を正方形に限定する等の不利不便を招致して居られる。かゝる犠牲を拂つて迄も鉛直摺動面の位置を第四圖より第五圖に変更する必要が避

けられなかつた理由は果して何であらうか。

4. 土柱を x, y の兩部に區分するの可否

原著第二章 1. にはその第五圖に見る様に土柱が直接下層に働く x 部と、 x 部の側面摩擦抵抗力で支持される y 部との兩部に區分してある。何の爲に斯様に迂遠な手数を加へられたか。それは單に數理上の遊戯に過ぎないかに解せられる。尙又築堤豫定高以上の荷重は x 部に傳達する場合その中間に在る y 部の土柱の重量がこれと行動を共にしないことに成るが、これは殆んど寔感し難い假定ではあるまいか。

最後に y 部上面以上の荷重を等布荷重とせられ乍ら、それが土體内の土壓力、從つて鉛直摩擦抵抗力の値に對する影響を無視されたのは如何なる理由に基づくか序で乍ら著者の御高見を承りたい。