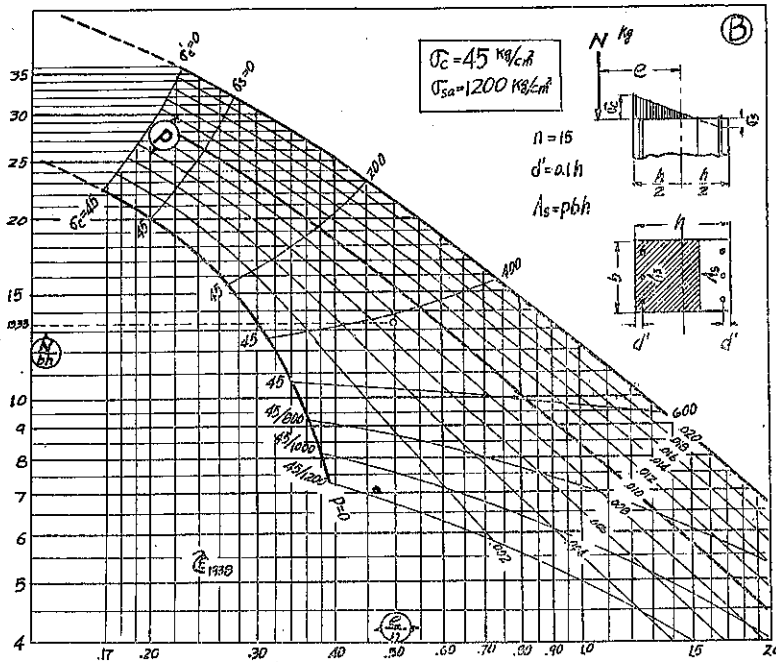


図-4.



計算例 断面寸法を $b=75\text{ cm}$, $h=100\text{ cm}$, $d=10\text{ cm}$, 許容応力を $\sigma_{ca}=45\text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{sa}=1200\text{ kg/cm}^2$ とし, 偏心荷重を $N=100000\text{ kg}$, $e=50\text{ cm}$ とするときの対稱鉄筋量を求めれば次の如くなる。

$$\frac{N}{bh} = \frac{100000}{75 \times 100} = 13.33, \quad \frac{e}{h} = \frac{50}{100} = 0.5 \quad \text{として}$$

図-4 より $p=0.0072$ を得る。其故に鉄筋量は

$$A_s' = A_s = pbh = 0.0072 \times 75 \times 100 = 54\text{ cm}^2$$

断面に生じてゐる応力は $\sigma_c=45\text{ kg/cm}^2$, $\sigma_s=400\text{ kg/cm}^2$, である。

今福線下府附近砂丘切取工事に就て

(昭和 13 年 7 月 16 日土木学会第 2 回年次学術講演會に於て)

准員 岡野幸三郎*

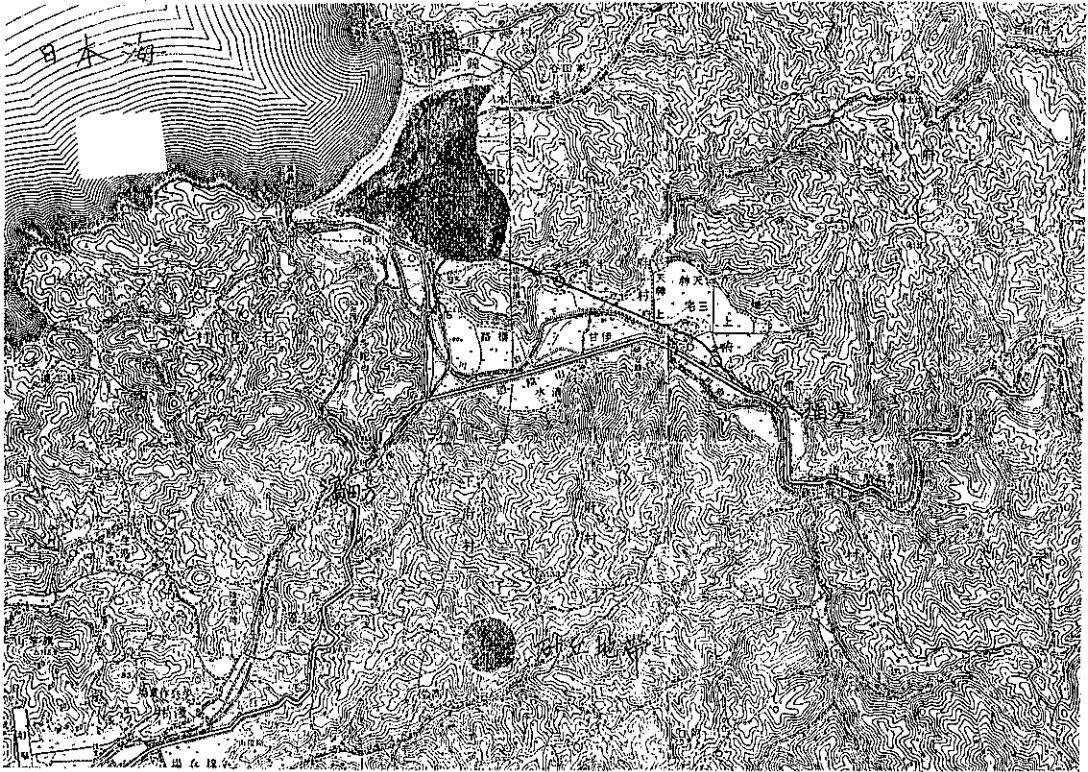
要旨 本文は砂丘地の切取施工の場合切取法の決定に就き現場サンプルの土質試験の結果砂の含水状態と切取の高さにより安定勾配(切取法)に種々の限界あれども本切取の場合は 1:1.5 の切取法として表面保護工に粘土張土羽踏工を施工するを適當と認め一般築堤と同様の工法を採用せるものゝ工事概要を記述したものである。

* 鉄道技手 鉄道省米子建設事務所勤務

1. 今福線下府附近の地勢

今福線は島根縣那賀郡濱田町に起り那賀郡今福村に至る延長約 16km 餘の國有鉄道の建設線で將來は廣島へ達

圖-1. 下府附近平面圖



すべき陰陽の短絡線である。而して本砂丘の工事場は山陰本線下府驛（濱田驛の東隣接驛）より分岐し半径 200m の曲線にて 400m 餘進みし所である。圖-1 に見る如く海岸より本砂丘まで一帯の砂丘にて山陰本線も本砂丘地を切取にて通過して居る。此の附近は主として葡萄畑にて甘藷等も耕作され一部には砂防の意味か松の植林もある（圖-2 参照）。

2. 砂丘地切取の法勾配に就きて

砂丘の切取並に砂丘の資料を用ひたる築堤の工法は其の施工箇所少なく地質的にも施工的にも尙研究の餘地多く信頼すべき工法も見出されざるを以て官房研究所に於て土質試験を行ひ其の抗剪強度其の他の實驗値を參考として切取の限界勾配を決定せんと試みた。

元來砂は全く乾いて居る時は團子に丸め得ないが少し水で濕めすと容易に團子に墮へ得る、併し更に水を加へると流れて出来なくなる。

斯の如く少量の水分で固まり得る事を地質工學上見掛けの凝集力と稱しテルザキーにより唱へられ専ら砂粘間

圖-2.

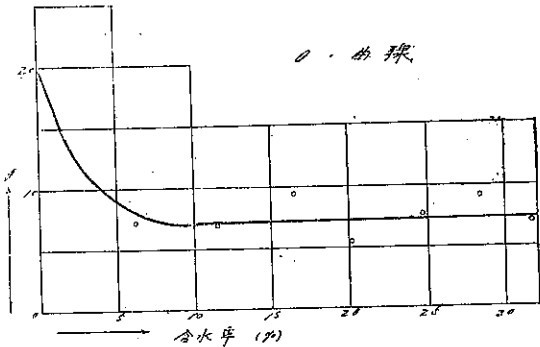
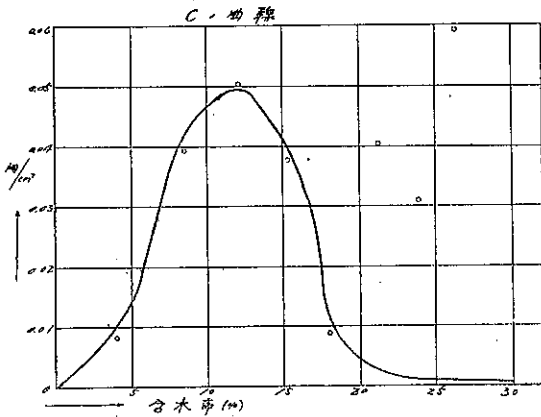


に働く毛細管作用に因るものと解釋し之に對し含水量に關係なく土自身の有する凝集力もある譯で此の作用を便宜上前者に對し眞の凝集力と稱して居る。

事實此の砂丘地の砂の剪断試験の際水分を種々の量に交へて加へて行つて見ると図-3 a に示す如く適當なる含水量(此の場合には 12~13% 位)の際最大凝集力を示すことになる。即ち見掛けの凝集力の作用を呈して來る一方摩擦角の方は含水量 5% より急激に減じて來る(図-3 b 参照)。

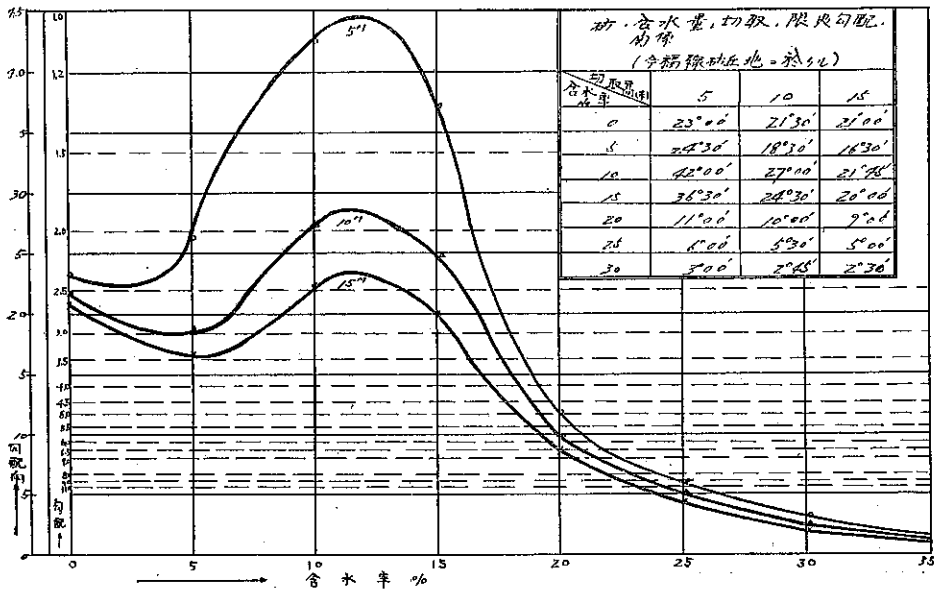
図-3 a. 砂の含水量と抗剪強度との關係

図-3 b. 砂の含水量と摩擦角との關係



而して兩者を併せて結局抗剪強度が最大値を示すのは含水量 10~15% 内であることは此の實驗で判明した。次に此の抗剪強度の實測値を用ひ其の各に就き凝集力拋物線を畫き圖-4 に示す如く切取高さ 5, 10, 15m の何れの場合でも此の砂丘の切取の勾配が最も急で且つ安定を保ち得る場合は含水量 12~13% の際であることが判明した。従つて切取を安定に保ち得るためには此の砂丘層内には絶えず一定量 12~13% の水分を含ませて置くこと

圖-4. 砂丘切取の法勾配と土の含水率との關係



が必要である。此の如く砂丘地に含水を一定に保たしむるためには植林が最も有効である。而して其の前提として張粘土が最も適當かと思はれる(土質調査委員会報告第4輯 p. 62~64 参照)。

3. 砂丘切取の法面防護

前述の如く砂丘は或る量の水分を含ませる事によつて凝集力は大きくなるを以て表面を覆ひ水分を保たしめる方法を講じなければならないが、此の方法として大体次の様な事が考へられる。

(1) 張芝, (2) 植林, (3) 張コンクリート, (4) 土羽踏(粘土張)。

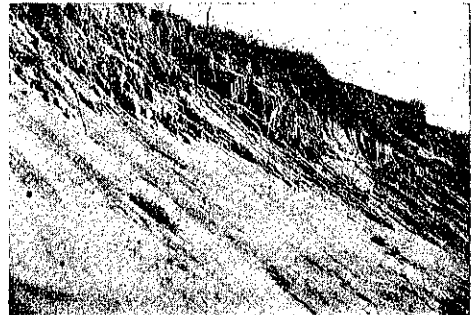
以上の方法に就きどの方法が現場に適當するかにつき比較研究の結果を記せば

(1.) 張芝 土工に於て切取の法面保護と云へば殆んど張芝にて最も簡易な法面防護である。砂丘の切取にても張芝を行つた所は多く、山陰本線の砂丘の切取は張芝が施工せられて居る。往時は皆此の方法が用ひられたものと思はれる。然し砂丘地には芝の成長が覺束ない事と法勾配を極めて緩く切らなければならぬ缺點がある。土氣の少なき本砂丘の如きは特に其の恐れが多いので本法は採用しなかつたのである。法面の大小其の他の條件は勿論考へなければならないが、土工量や用地等も考へても此の方法は不適當と思はれた。

(2.) 植林 砂丘に一定量の水分を保たしめる爲に植林が有効なる事は前述の通りである。本法に似た工法は京都府の日本海々岸地方の砂丘に府廳にて施工せられて居る。即ち切取法を約 1:1.7 にし砂の飛散を防ぐ爲法面に藁を敷詰め其の上部に粗梁伏を爲し『柵』を組んで押へ 1m² に松苗 1 本を植付ける一種の防砂植林であるが、施行後に保守を要し尙完全になるには相當の年月を要する。

(3.) 張コンクリート 山陰本線の石見江津驛(三江線の起點)構内は砂丘切取にて餘り高くないが張コンクリートが施工せられて居る。本砂丘にても設計の當初は下部高さ 5m 迄張コンクリート厚さ 20cm の設計があつた。張コンクリートを相當の厚さに施工する時は法面保護としては最も安全であらうと思はれるが、本砂丘は切取施工の結果圖-5の如く基礎となるべき斜面は極めてルーズにして法面長く施工も容易でなく又施工後の保守も(龜裂其の他を考へて)相當困難を來す憂ひあり、斯かる軟弱地に構造物を作る事は不安にして且つ多額の工費を要するを以て良工法とは云ひ難い。

圖-5.



(4.) 土羽踏工 普通築堤に於けるが如く土羽を踏み筋芝を植ゑるものにして粘土を容易に得られる時は比較的安價に且つ施工も簡單である。以上の如く工費並に施工の容易さ、保守の點より切取の至表面を粘土を用ひて土羽踏を爲し砂丘に一定の水分を保たしめる方法を採用した。

以上の如く本砂丘の切取に於ては造林、張コンクリート、其の他を比較するに土羽踏工が最良にして經濟的なものとして此の工法を施工した次第である。

4. 粘土の厚さ

土羽踏工の粘土の厚さは幾何が適當か研究の餘地ある問題である。砂丘の表面を覆ひて含水を一定ならしむるのみなれば工費等の關係よりするも 15cm 程度にて十分ならんと思はれるも、シラスの築堤の筋芝にては(勿論本砂丘とは地質を異にすれども)芝の生育のためには粘土の厚さ 8 寸(25cm)以上を要すべしとの事である。

されば本砂丘にても芝の成育施工の安全度並に豪雨により粘土の洗流等を考へて 30cm としたのである。

5. 切取施工

切取は図-6 の縦断並に図-7 の横断の如く施工するものにして切取せし砂は前後の築堤に流用せり(図-8)。而して本砂丘の土砂を流用する場合には特殊の土工定規を定め土羽土(粘土)を表面に 30cm 使用する事とした。切取は昭和 11 年 9 月に着手し昭和 13 年 1 月に竣功せり。施工法は一般土工と同じく軽便線を引き土工トロにて運搬した。切崩人夫等は殆んど使用せず自然に山を呼び極めて簡単に施工された(図-9)。土工量は約 21,950 m³にて其の勞力は 3,200 人であつた。

6. 土羽踏工施工

土羽踏の施工は切取の荒法りを切り、切取が設計の横断になつた時に遺形を施工基面と法尻に作り之を見透して土羽踏みを施工した。

施工方法に就きてはかつて峰鹽線に於て施工せられた如く法尻より踏下るべきか又は築堤の如く法尻より踏上るべきかに就き多少の不安ありしも前述の如く切取施工後砂が水分を含む間は

図-8.

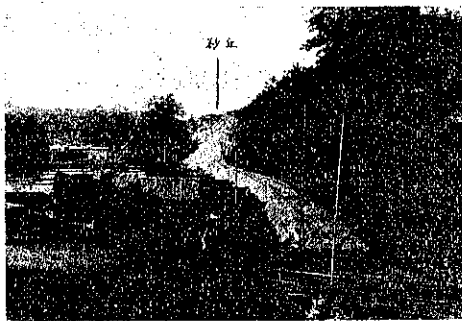


図-6. 縦断面図
(0 km 500 m 附近)

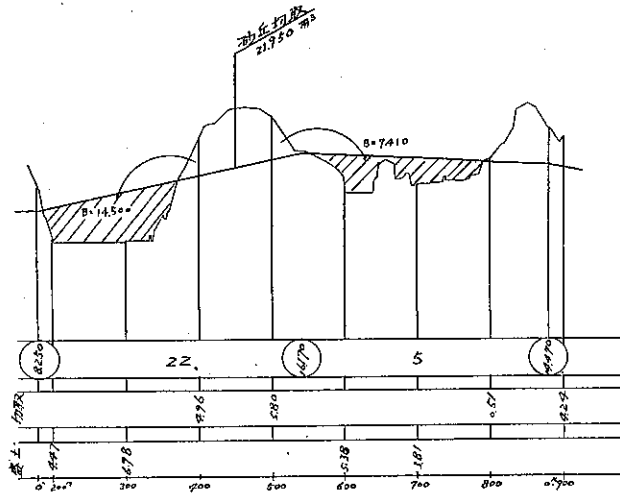


図-7. 横断面図
(0 km 480 m 附近)

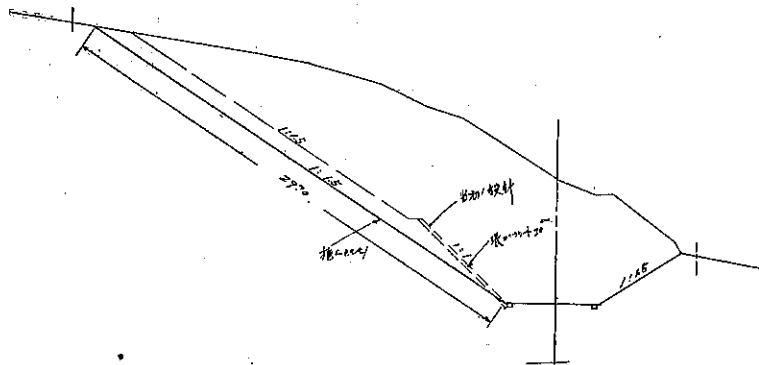
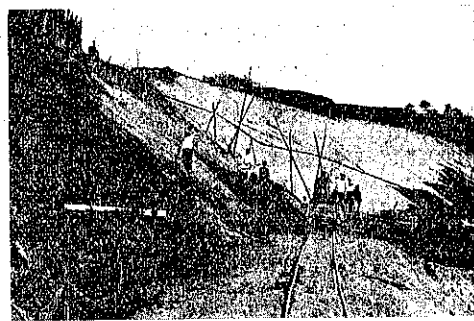


図-9.



法面は 1:1.5 にて安全に保持されるを以て法尻(此の場合施工基面)より施工し漸次法尻に及ぼす方法を採用した(図-10, 11 参照)。

此の方法にては法尻より法肩まで土羽踏み部分の根柢を施工する必要があり其の後砂が乾燥して法面が 1:1.5 にては保持し難きにあらずやとの懸念ありしも砂丘の表面は多少乾燥すれども 15~20 cm 以下は相當の水分を含むを以て施工中には法面の崩壊はなかつた。

土羽用の粘土は施工現場より 200m 餘離れた切取の山続きより土取りシロリーにて運搬し施工基面に一旦明け、之をショベルにて手箕（竹製）又はバースケに入れ図-10, 11 の如く施工したものである。

土羽踏工の表面積は 5 373m² にて右側は延長 140m, 平均の

図-10

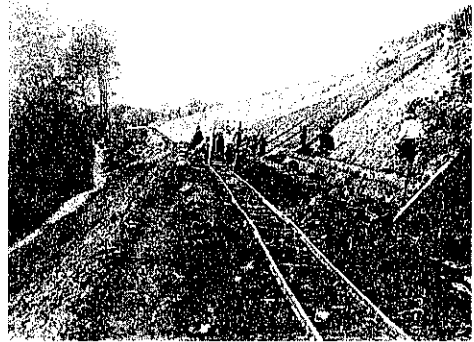
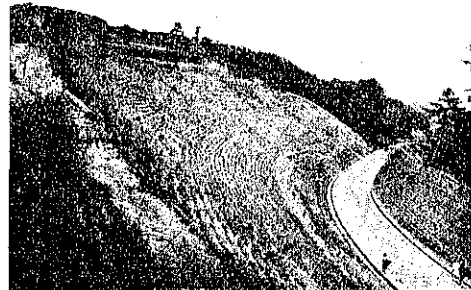


図-11.



図-12.



高さ 4.7m にして左側は平均高さ 22.0m である。其の延長は約 210m であつた。之に要した勞力は 1425 人である。勿論土羽踏み丈の勞力で芝の採集運搬等は別途である。勞力も粘土が法肩の方（高い所）にありて人肩其の他に擔ひ上げる必要なき時（一般の築堤の如く）は非常に簡單であらうと思はる。

7. 土羽踏工施工後の状態其他

土羽踏工施工後の状態は図-12 の如くにて本土羽踏工は昭和 12 年 10 月より 13 年 1 月に互り施工せられ偶々冬期に竣功し施工後日尙淺く筋芝の繁茂十分ならざるに本年 6 月の梅雨期に近年まれなる豪雨に逢ひ法面の長き左側の中段に洗流を生じ二三の小破壊あり手直しを要する所あれども全体的に見れば成績よく砂丘地の法面保護工としては最も適當の工法なりと思はる。

尙法の長さ短き右側には此等の破壊状態なきを以て將來斯る法面長き土羽踏工は法の長さ排水の状態を考へて盲溝又は柵等を中段に設け洗流を防ぎ完璧を期せば一層效果的ならんと思料す。