

言　　義

土木學會誌　第十六卷第二號　昭和五年二月

關門隧道の調査及計畫に就て

(第十五卷第七號及第十一號所載)

著者　會員　工學士　大井　上前　雄

本會關西支部大會に於ける上記の拙講に對し、星野氏の御討議がありましたから、小生の所見を御答致し度いと思ひます。

盾氣式隧道工事にて空氣噴出の事故を生ずるのは、管の頂點と底點に於て水壓の差あるに拘らず、氣壓が同一で頂點の水壓より大なる爲であるから、管徑の大小は噴出と密接な關係があります。即ち管の直徑の大なる程水壓の差大となり噴出の危險を増し、從て覆土の厚さも増さなければならぬことと思はれます。

紐育市地下鐵道の tube は以前は 17 呎位であつたが、最近のものでも外徑 18 呎で普通の鐵道隧道よりは小さいと思ひます。然るに關門隧道の tube は之れより大きく、第三軌條式として外徑約 21 呎、架空線式とすれば外徑 23 呎となります。故に紐育市の地下鐵道の例によるよりも、外徑 23 呎を有するペンシルバニヤ鐵道隧道の例を參考する方、適當且つ安全であると考へます。ペンシルバニヤ鐵道の隧道には Hudson River のものと East River のものがあるが、關門海峽の地質はむしろ East River の方に近き故、其の例を研究して見るに、工事の委しき報告が Transaction Vol. LXVIII に出て居ります。これによると、同工事はマンハツタン側の附近にて非常の困難に遭遇して居ります。然して空氣噴出を防ぐ爲に捨粘土を爲すに當り、3 回政府の許可を乞ひました。第一回は隧道の profile に沿ふて 10 呎厚の捨粘土工が許可されしも、噴出度々起りて工事意の如くならず、第二回の請願により低水面下 27 呎の位置迄粘土投下を許され、幸ふじて空氣噴出を防ぐことを得しも、猶 Air loss 非常に大なるため更に第三回の請願をなし、低水面下 20 呎迄の粘土投下を許可せらるゝに至りて、初めて空氣の過大なる損出を避け得るに至つたと記してあります。同隧道の profile を對照して見ますと、マンハツタン寄の所で、tube の頂點より河底迄の最小覆土厚は約 10 呎であつて、之れに捨粘土の厚を加へた總厚は、一番薄き點で約 25 呎、平均約 30 呎位の厚になつて居ります。

關門隧道を盾氣式工法でやる場合に、果して幾何の覆土が適當であるかは人々の想像に外

ならず、やつて見ねば解らぬ問題なれども、海底の地質が Open ground なること、及前記の實例等に就て考ふるときは、覆土の厚を 6m 即ち約 20 呎位に取ることは、不當ならざる假定と小生は考へて居ります。

また紐育地下鐵道工事で最近施行した様に、海底上に捨粘土工をなして其の中に盾構を推進し、隧道の Level を高くすることも考へられぬではありませんが、關門海峡に於て困難なることは、大潮に於ては第五節の潮流 (84 呎/秒) が 1 日 2 回流れるのであるから、單に粘土を投入する丈けにては直ちに流失することになりはせぬかと思ふのであります (例令兩側を捨石工にて保護しても)。之れを完全に deposit して流失の虞なき工夫がつかねば、安心して此の方法によることが出来ません。また一方に於て、目下此の海峡の整理浚渫工事を施行しつつある内務省が、潮流により流失の虞ある構造物の施設を認めるか否かも問題がある様に思はれます。また大瀬戸海峡に於ては、錨を垂下せる船舶が潮流に流され、海底に布設せる電纜を切断すること往々ある事實に鑑み、此の粘土堰堤が海底上に突出せる場合に、船錨によりて損傷される虞も絶無ではありません。また沈船荷重に對して強度大ならざる盾氣式隧道は、海底より突出して居らぬ方が、船舶座洲等の場合に安全であると思はれます。以上擧げたることを考慮中に置き、又此の海峡が重要な水路であることを考ふる時は、前述の通り最深海底より約 6m 位の深度に隧道頂點を取ることが、穩當にして且つ安全なる方法ならずやと考へた次第であります。粘土堰堤工が完全に施行し得ることが確められ、又内務省に於ても斯る施設に異議なき様なれば、幾分隧道の Level を高めて施行することが出来、從て取付隧道の長さも幾分短縮することが出来す。

次は Air pressure の問題であります。之れは假定に從て滿潮面下約 106 呎の深度となりますと、試錐の結果から見れば、tube の下端に近き所には硬岩があり、上部に於ては岩が粉碎され且つ分解して、極く軟くなつて居る所が多いのでありますから、下部硬岩を爆破掘鑿する爲、隧道底部の靜水壓に相當する氣壓が必要とすれば 47 封度となり、Sump の箇所にては更に數呎掘下ることを要する故、最大壓力 50 封度に近きものとなるべしと、最悪の場合の程度を説明したのであります。然し實際に於ては Friction もあること故、靜水壓丈けの氣壓は要せないでせうから、40 封度内外で済むかも知れませんが、實施の上ならでは解らぬことであります。然して潛函病の危險は、Decompression の注意によりて輕減又は避け得ることは勿論であります。

地質が Open ground なる箇所にて盾氣式工法の作業を爲すには、捨粘土工にて充分被覆して工事を進める事の必要なることは、申す迄もない事であります。前記のペンシルバニア鐵道 East River の隧道工事に於ては、河幅延長約 3400 呎であつて、之れに使用せる粘土の數量は 36000 立坪 (内 15000 立坪は移設再用せり) に達し、空氣噴出の爲投下せる

數量 11 200 立坪でありました。若し此の捨粘土工によらざりせば工事は殆ど不可能であつたらうと、現場擔當技師 Brace 氏は申して居ります。

關門海峽の場合に於ては、其の地質は East River よりは良好なる様思はるゝも、兎に角 Open ground の事故、全然捨粘土工なしに工事遂行し得る事は考へられず、然して此の重要な施設が、本海峽の急潮流中にて故障なく遂行し得るか否かは、更に深く研究をなし、或は實驗等によつて確むるにあらざれば、輕々に樂觀すべきでなからうと考へるのであります。

要するに小生の考は、本計畫の概要を説明するに當り、盾氣式にせよ、沈埋式にせよ、孰れも相當の困難あることを述べるのが目的でありました。盾氣式なれば兩岸より海底を掘つて行くのであり、潮流や舟運に無關係に仕事が出来故、工事甚だ容易である様に簡單に考へて居らるゝ方もある様であるが、此の海底の地質と潮流の關係よりして、やはり相當の困難に會することを豫想して置く必要があると思ひます。沈埋式の工法を取るとしても、同様に海峽の舟運及潮流に對する困難を豫想して置く必要がありますが、此の兩工法何れによつても、從來實施せられたる同種工事の經驗より判斷して、打勝ち得ざる程度のもとは思はれません。最善の注意により、當初より諸般の準備を整へてかゝれば、充分成功し得るものと信じて居ります。

以上の考よりして、何れの工法を採擇すべきかと言ふ問題は、結局主として經濟上の問題に歸着する様に思はれます。若し隧道斷面を架空線式建設定規に對するものとし比較すれば、小生の概算に於て沈埋式は盾氣式よりも 1 400 萬圓を節約し得る様であります。若し隧道を第三軌條式とし且つ盾氣式隧道の Level を幾分高むるを得ば、多少此の差を減じ得ると思はれますが、猶 1 000 萬圓以上の差はあることゝ思ひます故、經濟上よりすれば沈埋式の方が大いに有利の位置にあります。其の他強度の大なる點、運轉上利益ある點等も、皆沈埋式の方が盾氣式よりも優つて居ります。小生は本工事の遂行に當り、施行上の困難を可成輕減する工夫を凝らし、沈埋式工法を採用することが、國家の利益であらうと信じて居る次第であります。