

會 長 講 演

土木學會誌 第十六卷第二號 昭和五年二月

土木工事施工に關する設備に就て

(昭和五年一月十八日土木學會定期總會に於て)

會長 工學博士 田 邊 朔 郎

On the Equipments for the Execution of
Civil Engineering Works

By Sakuro Tanabe, Dr. Eng., President.

内 容 梗 概

明治維新以後我邦に於ける土木工事施工に關する設備の變遷を説明し、近頃に至つて後れ馳せながら大いに進歩を來した次第の大要を述べて更に部分的に亘り、土工の運搬、其の處理、材料の運送、土工用の蒸汽機械、内燃機關、電動力、其の他あらゆる電氣の利用、壓縮空氣の適用、壓力を有する水、瓦斯、化學用品、其の他特種機械の利用を述べ、能率よき施工の一例を掲げ、最後に飛行機の利用とジプローター海峽陸道の調査に論及し、世界各所の土木工事を引受くる海外有力土木業者の持つ設備には及ばずとも、我邦人も特種の技量を發揮したるものは海外に於ても施工をなし得る次第を述べ、土木工事に關する設備を完備して能率を擧げんことを希望する次第を講演せり。

此處に掲げました「土木工事施工に關する設備に就て」といふ題目は適當な文字であるかどうか分かりませぬが、他により好い言葉を見出し得ませなんだ爲に、斯う言ふ題目に致した次第であります。

土木工事は明治維新後歐米文化の輸入以來、我國に於て眞先に立つて國家に貢獻をしたものでありますが、其の進歩の工合は明治の中葉遡りに至つては他の工學の専門よりも遅れて居るやうな氣がしました。それは設計、測量等は充分に歐米流の事が傳來しましたが、施工の方法に至つては日本從來の習慣にいろいろの事もあつて、他の専門に於ける如き進歩をしなかつたことを遺憾に思つて居りました。今一例を申しますと、造船業の如きは歐米の先進國と殆ど差がない迄に進歩して居ります。其の主なる理由は、外國で造つた船が日本に参りますし、又日本で拵へた船が外國へも行きますが、尙其の外に一つの理由としては、設計をする人も其の仕事を監督する人も、之れに従事するものは職工に至るまで外國に行つて學んだのであります。それですつかり外國流の最も能率のよい遣方が滲入つて來ましたが、土木に

於てはさう言ふ方面は少しく遅れて居つたやうな感じがします。けれども輓近に至つては幸に大分進んで來ました、例へば大堰堤の仕事の段取の如きは殆ど最も進歩した方法と違はないやうになつて居ります。無論近來の報告によれば米國では高さが 500 呎 (180 米) といふ高さに堰堤がならんとして居りますが、日本では近く立派に竣成したものでもまだ 260 呎 (80 米) 位であります、兎に角世界に出せるところ迄其の遣方も進んで來たやうに思はれます。無論斯様に仕事の仕工合が變つて來て能率が良くなつて來るといふことは、其の方法の變化もありますし又一般の事情も變つて來たのであります。

只今申上げたことは極く大體の事でありまして、是より少しく細部に亙り舊時は如何なるものであつたか、今日はどんなに進んで來たかといふ事を申述べて見たいと思ひます。

先づ一例を運搬に取りますれば今日に於ては、小さい土木工事に於てもドコビールが殆ど普ねく利用されて居りますが、以前はなかなかさうではありませんでした。明治 18 年の琵琶湖の疏水工事に於ては、隧道の運搬用には勿論ドコビールを用ひましたし、又外部の仕事には木道を用ひました。蒸汽機械も据ゑて壓搾空氣も利用しましたが、其の當時之れを視察した外國人が之れを評して外字新聞に載せたのを見ると、疏水工事の計畫と施工の順序は洵に結構であり美事ではあるが施工に關する機械の利用が如何にも貧弱極まると書いてありました。それでも其の當時に於ては進んだ遣方でありました。當時外の仕事は如何であつたかを見ると、疏水工事に少しく後れて明治 23 年 5 月に完成した利根の運河工事に關しては内務省のお儒工師ムルドルといふ人の報告書に

又、山路に沿へる線路はドコビールを用ふべしとの注意之れなり。然れども是等の注意は、遂に採用せられざりき。若し此の注意にして全然採用せられたらんには、此の運河工事は當初豫期せし如く、昨年 11 月には竣功し、且巨多の費額を要せざりしならん。

と書いてありました。即ち此の運河工事にドコビールを使はなかつたのが當時の状態であります。

其の後ドコビールの利用は漸次盛になつて來ました、又追々工事が大きくなり速く仕事をせねばならぬやうになつて來て、もつと大きな輕便鐵道も利用され、之れに蒸汽機關車、電氣機關車を用ひるやうになつて、近來に於ては土運搬の方法は積込んで引張り出して行くところは先づ外國の進歩したところ迄行つたと思ひますが、さて之れが土棄場に行つてからの處分はまだ進歩して居りません。是はもつとよく考へて能率を擧げることにならなければならぬことと思ふのであります。

其の外馬車、自動車、又は索道を利用することも今日では非常に進歩して來ましたが、唯運搬問題に付て其の進歩が不充分であると思はれることは材料の適當な數量を適當な方法で必要とする場所、時間を間違へずに運搬をすると言ふことであります。此の點に付てはもつ

ともつと考慮を要する次第であらうと思ひます。

次は蒸汽機械、内燃機關の利用に就いてあります。蒸汽機械はユニットが大きいものでありますから其の利用が舊時は普ねく行はれにくかつたのでありますけれども、近來は仕事のユニットが大きくなつて來ると共に内燃機關が發達しましたから之れが爲に其の動力の利用が充分に出来るやうになつて來ました。明治の初めに於ても浚泥機械は蒸汽機械によるの外他に途が無いために利用されましたが、陸上の掘鑿機械の適用に至つては非常に遅れまして僅に明治 31 年頃になつて、淀川の改修工事、北海道に於ける鐵道建設の仕事に此の掘鑿機械が採用されたのが日本での濫觴であります。

淀川の改修工事でも、初めは旨く行かなかつたと見えまして、報告に依りますと、機械の取扱に馴れない爲に施工が旨く行かなかつたが、後になつて段々機械に馴れて來たため工合よくなつたと書いてありますから、矢張り初めは旨く行かなかつたものと思はれます。

北海道に使ひましたのはスチーム・ショベルでありまして、スチーム・ショベルは外國などでは實に上手に使つて居りまして、恰も人の手を動かす如く自由自在に使つて居ります。其の使ひ方は工場内でスチーム・ハンマーを手際よく使ふやうにやつて居ります、北海道で使つたときには、思ふやうに土石がとれなかつたときに、もつと蒸氣を入れたら土石が動くだらうとどしどし蒸氣を入れると土石の方が動かないで機械の方が横倒しに引つくり返つたと言ふ状態でありました。そこで此のエキスケベーターを、あれはエキスケベーターではないヨコスケベードと綽名されたやうな次第でありました。それが今日では取扱が漸次進んで参りまして此の頃エキスケベーターを使つて居るのを見ると、なかなかヨコスケベードころではない、旨く手際よくやるやうに進歩して居ります。

其の他種々な特種の機械もなかなか上手に使ふやうに進んで來ましたが、まだまだ外國の扱方に較べては能率が充分であるとは思はれませぬ。例へば杭打機械の如きも近來は餘程上手になりました。大阪地方で 100 尺の木の杭を打つ扱方などは餘程旨くやりますが、まだ手合圖と口笛で動かす迄に行つて居りませぬ。そつちで引張れとか、こつちで引張れといふやうなことが幾らかあります。けれども相當旨いところ迄は行きました。一體、是迄日本で少し大きな機械を動かしたり大きなものを使つたりする有様を見ますと、丁度蟻が穴へ物を引張り込むやうにこつちを引張つたりあつちを引張つたりして、どうやらかうやら穴に這入つて行くやうに、誰が合圖するか分らぬ有様でありましたが、今日では機械の取扱を旨くやつて居りますが、もう一段上手にならねばいかぬことではあるまいかと思ひます。

其の他の蒸氣機械の細かい應用の事を申しますと頗る長くなりますから省きます。

次に電氣に關係する事を申します。電信の利用は古いことでありますが、電話を工事の施工に利用致しましたのは明治 20 年に琵琶湖の疏水工事が濫觴であります。其の竣成の翌年

の 24 年には事業の通信用として電話が天津と京都との間に其の儘に引いてありました。其の時に露國の皇太子事件が突發しまして、其の事變を天津から京都へ報告しましたのが此の工事用の電話を使つたのであります。其の當時は公衆電話はありませんだから電話といふことに對しては土木工事には早くから利用されて居りましたし、相當に利用も進んで居りました。電燈や電力の利用になりましたは、それ以來漸次進みまして、先刻此の席にゐらつしやつた前會長の古川さんなどの關係された笹子の隧道工事などでは相當に電燈も電力も能く利用されて居りました。一體、電燈にしても電力にしても之れを利用することはユニットが小さいといふこと、取扱が如何にも簡單であること、電力を引張つて來る電線が樂に引かれるといふことの爲に非常に利用が多いのであります。それで工事上に對して電氣を利用することは、日本に於ても大いに進んで來て敢て外國に遅れをとらぬ程に電氣の利用が發達を致して來ました。

昨年の末に日本第一の長い隧道、清水隧道の貫通爆破は東京の鐵道省で鐵道大臣の合圖に依つて清水隧道のサイレンが鳴りまして、其の合圖に依りまして清水隧道の爆破を掛けた次第でも遠距離に電氣を利用した一例であります。其の當時新聞にしても或は雜誌にしても大したことが出來たものだと思つて感心して仕舞つたのか、それともこんなことはどうでも宜いと言ふことでありますか、どうしたら宜いかと言ふことに付ての説が何も出まなかつた。是は今から 17 年ばかり前、1913 年でありますか、パナマ運河を拵へました時に、パナマ運河の最後の分水壁即ちパシフィック・ディヴァイド——向ふの一方が太平洋の水、こちらの一方が大西洋の水、——此の間に分水の土手がありました。之れを爆破させると太平洋と大西洋の水が始めて茲に連絡することになります。其の爆破は 2000 哩を隔つた華盛頓で時の大統領がスイッチを切つて始めて爆破させました。それで兩方の水が連絡したのでありますが、其の當時此の工事の主任者であつた所のゲートルは病氣で病院に入院して居りました。處で斯う言ふ説がありました。一體誰が此のパナマ運河をやつて居るのか、それはゲートルがやつて居るのだ。それを大統領ばかりで爆破をやると言ふことはないじゃないか、スイッチを二つ置いて、一つのスイッチは假令病院に居つてもゲートルがやれるじゃないか、だから一つのスイッチはゲートルが押して、も一つのスイッチは大統領が押して始めて爆破すると言ふことにした方がよいではないか。斯う言ふ説も出たのであります。是等はそんな場合に相當社會の人が工事上に對する考が深くなつて居ることと思ひますが、技術者は自分自から其の仕事をやつて居るのだと言ふ觀念が非常に深刻に這入つて居らなければならぬと言ふことを言つて居ります。

「ホランド・トンネルのことに就て拙著「とんねる」219 頁(第四版)に下の一節があります。一寸讀んで見ますと、

“ Why not the Holland Tunnel ”

Hudson 河を隔てた New York と Jersey City との兩市の車道交通問題は、20 年來の懸案であつたが、終に 1919 年に河底にトンネルを作ることに決定し、翌 1920 年に愈々工事に着手された。

壓縮空気中で施工する水底の仕事であつて、容易なことではなく、其の擔任技術者の Holland は、献身的な努力の末に Twin Tunnel の其の一管さえ、目出度貫通するの前々日、1924 年 10 月 27 日に過勞の結果、41 年を一期として鬼籍に入るの不幸を見た。

Engineering News Record は上記の題目を掲げて、Eads Bridge, Poe Lock の例はあるが、技術者が身命を抛つて作り上げた Master piece へ、其の名が無關係であるのは遺憾の極みである。時には甚だ縁の遠い人の名の付けてあるものもある、慮外千萬である。此の河底の車道トンネルは「何故に Holland Tunnel と命名せぬか」とさげんだのは 11 月 6 日發刊の誌上である。超えて同月 12 日に、兩市委員の聯合會で、終に Holland Tunnel と命名することに決定した。

我邦にも斯んな場合があるが、新聞も雑誌もあまり論ぜない。トンネル入口の額面などに、あまり縁の深くない人があまり縁のない句を書いたものを掲げたりするよりも、擔任者が自から筆を取つて其のトンネルの名なり、何年着手何年竣功となり書いた方がよつぽどよいと思ふ、字の巧拙なんか論ずるには及ばん。とあります。

外國では或工事上の出來事が起つた時に相當深刻に考へて居ることゝ思はれます。

其の次の問題は壓搾空氣のことではありますが、是は 1870 年頃からもう外國では相當使はれて居りましたが、日本では洵に利用されることが遅くなりまして、此處にお出でになります前會長の中山さんの御關係の横濱築港に於て明治 35 年にコンプレッソ・エアを使つたのが初めてであります。明治 37,8 年の日露戦役の時に私共が熊岳城で見ましたら露西亞が逃げて仕舞つた後で、工事中の橋脚にコンプレッソ・エアで仕事をする仕掛けが残つて居りました。それを戦の後に利用しました。即ち滿洲に於ては戦後に直きに壓搾空氣の事業が始りました。それに續いて朝鮮にも出來まして、日本の内地に於ては非常に遅れまして漸く關東大震災のありました後に復興事業の橋梁工事に初めて壓搾空氣の使用が出來まして、それ以來東京でない他の場所に於ても利用され得るやうな状態になりました。勿論潜水夫の仕事、穿岩機に關しては古くから壓搾空氣を使用して居りましたが、其の外の仕事では例へばニューマチック・リベットにしても、ニューマチック・タンピングにしても、大いに遅れて居ります。一體日本人のやうな野菜を食ふ人間は壓搾空氣内で仕事をするには非常に宜い人種であると言ふ説で私共外國に行つた時に「あなたの處でコンプレッソ・エアを使つて居るのは歐羅巴人と違つて工合よく行きはしませんか」と訊かれて、「いや、やつて居りませぬ」とも耻か

しくて言はれなかつたやうな譯ですが、潜り等は相等日本人で巧く行くやうですから、是から壓搾空氣事業は大いに進んで行かなければならぬものと思ひます、外國では壓搾空氣萬能主義ですから、此の頃では何も壓搾空氣でなくとも出来るじやないかといつて反つて鐵矢板の工法を淺いところでは用ひるやうになつて來ました。然し日本ではもつともづと壓搾空氣事業は進んで行かなければならぬものと思ひます。其の他膠泥の機械的使用或は之れを壓搾空氣に依つて送り出したり、或は壓搾空氣に依つて石の面を直したりしてまだまだ施工の能率があがつて來なければならぬ譯であらうと思ひます。ちよつと一例を申しますとキューベックの橋脚のことであります。其の下部を築造するに當つてはケースンで浮かして行きまして、壓搾空氣作業で沈下させまして地上の橋脚石積の時は其の脚上に電話がありまして必要な品を申込み、適當な時機に適當な品物を橋臺の下まで送つて來ます。夫れを脚上にある蒸氣機械のデリックで引上げます、それに泥が付いて汚なくなつて居りますとそれに壓力のある水を吹き掛けると掃除が出來ます。其の綺麗になつたのをデリックで廻して思ふ處に入れる。處が思ふ處に這入らない時にはニューマチック・ドリルがありますから、一部分闕へて居るところは直します。さうして据ゑる處に据ゑまして、夫れから膠泥は壓搾空氣作用で押込みます。石の外に食み出した膠泥は或時を経た後でサンド・ブラストを吹き付けて綺麗に掃除します。其のドリルの先きの悪くなつたのは橋臺の上に瓦斯が引いてありますから其の瓦斯に依つて焼入をして直す。エメリー・ホキルは電動機で動きますから之れを利用して直します。其の他種々の設備が行届いて居りますから職工 1 人が 8 時間の働きで石材 1000 立方呎を扱つて居ります。此の位の能率が充分に設備をやりますと出来るのですが、1 日に 1 人の石工が 1000 立方呎を扱ふと言ふことは今吾々が日本でやつて居ると非常な差であります。其の他、壓力がある水の利用、化學用藥品の使用等種々の方法がありますが、之れを一々申上げますと際限がありませぬから、是位にして止めて置きます。

次に申上げますことは飛行機であります。是はまだ日本では、高い所から寫眞を映しまして早く間違はない測量圖を作ると言ふこと、又は遠くから觀た所の工事上の景色を誠に解り易く映すこと等には使はれて居りますが、それより外のことには餘り使用されて居りませぬ。是はまだまだ利用の途が澤山ある筈であります。飛行機の利用がもう半世紀も前に今日程進んで居りましたならば、此の頃出來ました清水隧道より少し長いロージャース・パス隧道のあるロッキー山中のロージャース・パスの鐵道線路を發見するにはメジョウル・ロージャーでなくても見つける事が出來たのでありませう、此の人は一種の面白い人でありまして片方のポケットに生の豚肉を一杯入れて、片方のポケットにシガーを一杯入れて歩けば、1 週間や 10 日は山中を歩いて少しも困らないと言ふ人でありましたから、そこで此のロージャーに依つて線路を通すに都合のよいパスを見つけた事が出來ましたが今日のやうに飛行機で上

をぐるぐる廻つて見たならばロージャーを待たなくても線が見つかつたと思ひます、此の頃日本八景の一になりました狩勝峠の如きも明治 29 年には漸くのことで實地雪上踏査をやつて旭川の方から帯廣の方へ抜け、翌 30 年には帯廣から上つて來ると良い線路があるやうに見えてサボロ峠に迷はされて北の方に廻つて仕舞つて不出來、それで 31 年に漸く狩勝の線が見つかつたのであります。是等は飛行機で廻つたら譯もなく見つかるでせうが、是は無論時勢が許さないから仕方がないのであります。今日飛行機は外國では相當利用されて居ります、例へばトルキスタンの灌漑問題の如きは是は飛行機で盛に調査をして居ります。10 年ばかり前に前會長の石黒さんが英佛間の隧道のお話がありましたが、是は前世紀の中葉名高いトーマ・ガモンが計畫をして以來殆ど着手になりさうになつては止め、最近歐洲大戦争があつた爲に大打撃でありましたが、近來稍々進みつゝあります。之れと共に海底トンネルで問題になつて居るのはジブローター海峡問題であります。ジブローターと言ふ處は北の方歐洲の南端に英吉利の砲臺のあります所は恰も天空を削り出したが如き高さ 1400 呎のきつたての山でありまして、それより海峡を隔てゝ 12 哩の所の南方、それが亞弗利加の海岸でありまして、是は亦 2700 呎ばかりの高い岩山であります。此の北と南の二つの大きな岩山の間が即ちジブローターの海峡で、廣大無邊な大西洋の水が非常な勢を以て地中海に流れ込みますから、底を深く掘つた所もあり、又自然の陥落もあつて海の深さは 3000 呎以上もあります。今申上げたジブローターの方をゼベル・タリック (Jebel Tarik) と稱し、亞弗利加の方をゼベル・ミューザー (Jebel Musa) と稱して共にハーキュールの柱 (Pillars of Hercules) と稱して居ります。此の中間に海中にもう一つ可なり變な所があります、それは海底 3000 呎の深さのたゞ中から 1800 呎も高い大巖石が針の如く突立つて水面以下 1200 呎まで居いて居ます、之れをハーキュールの踏臺 (Foothold of Hercules) と俗に言つて居ります。其の岩に打ち當るが爲に水の流形が少し變になつて居りますが、是は海面を通つて見ては差のみ氣が付かない、上から飛行機で視ると非常によく解る。今申上げました所のハーキュールの柱の間は深さが 3000 呎もありますから到底隧道が出來ませぬが、歐洲際では是より西の方トラファルガル岬との間の所と對岸亞弗利加のタンジエルとの間は幅が廣くなりますけれども、殆ど 20 哩ばかり隧道を掘れば連絡することが出来る譯であります。此處はまだ海は深うございしますが水深 1300 尺ですから、やれば必ず出來ると言ふので今調査して居ります、海の底に割目があるとか、海の底が何だかおかしいと言ふことがあつても船で上を通つては解りにくい、飛行機で水の流勢を見れば變な所があれば能く解る。斯う言ふことにも今飛行機が利用されて居りまして、近來のタイムスなどは必ずジブローター海峡トンネルは出來る。インメンズ・ポッシビリティーがある、と斯う書いてあります、さうして最近 20 年間にあのモロッコ問題でモロッコ役に使つた金を全部使へば、ジブローターの隧道が 10 本も出來るじ

やないかと言つて居ります。

斯の如く種々の方面に土木工事施工に關する設備が段々進んで參りましたが然し設備を持つて居つて之れを遊ばしては如何にも勘定に合はぬと言ふことになります。英吉利のサー・ダグラス・フォックスとか、或はピアソンと言ふやうな頗る立派な設備を持つて世界を跨にかけて土木工事をやると言ふこと迄には吾々まだ中々進みませぬが、併し吾々の土木工事にしても相當設備を以て、相當のスペシャリテーを持つて島の上に塾居することなくして外の仕事もやつて行けなければならぬやうに思はれます。最近には或種類の橋梁工事の如き、相當亞細亞大陸、又は南洋の方にも利用さるゝ希望のもとに又注文取りの爲に進まんとしつゝあります。段々日本の土木工事も設備を充分にしてスペシャリテーを拵へて、其の設備を持つて日本以外の處にも進んで參つて仕事をすると言ふことに進んで行きたいものである。1895年頃西伯利の鐵道工事には亞米利加から送つたものはレール、汽關車等でありますが、日本から送つたものは僅に枕木ばかりであります。其の外は小數の石工が行つた丈であります。此の頃では段々西伯利方面には技術者も行かれるやうになりましたし、尙段々海外に向つて進んで行くと言ふことには無論國民の尻押、財界の尻押、斯う言ふことが勿論必要でありますけれども、充分な設備を持つて自から進んで行かなければ、他の援を得ることも出來ないことゝ思ひます、是の先もつともつと進んだ所まで行きたいことゝ思ひます。

甚だ詰らないことで、御清聽を汚しましたことを恐縮に存じます。(拍手)