

California 州の水力電氣の 發達に就て

(Engineering, Aug. 17, 1923)

加奈太の無石炭地帯と同じく California 州に於てはその急速なる人口の増加と急劇なる工業の發達とは遂に商業經濟及社會經濟の歴史に比類なき急速なる動力缺乏の危機を招致するに到れり、加奈太領より墨國領に到る Cascade 及び Sierra Nevada 山脈の西方にある全地方は多少影響せられたるも就中 California 州に於ては最も殷昌なる地方なるを以てこの動力缺乏の影響を感ずること最も痛切なり、然もこの状態は驚くべき程危急に瀕し遂に西部諸州に於ける電力關係諸會社をして十年計畫にてその完成年なる 1930 年の予想需用額を滿して餘りある如き大增設工事を目論せしむるに到れり、實際それが完成の曉には San Diego より Vancouver に及ぶ北米西海岸を電化し惹いて米國と加奈太の企業の合同を促すならんと思はるゝこの計畫に對し、今日の危機は實に其原因となれり、扱てこの計畫の建設費は 2 億磅なるがその内 1 億磅は California 州のみに費やさるべきものにしてその内譯は 8,400,000 磅を發電所工事費と機械費とに、7,500,000 磅を送電線及其他送電設備に、7,000,000 磅を變壓所費に、4,000,000 磅強を計量器費に充當せり、現在は水力、火力、石油或は天然瓦斯等を用ゐ、1,760,000 馬力を起し、1,246,000 キロワットの電力を發生し州内住宅燈火の 83 % は電燈を使用せり、而して米國全體の比率は約 40% に止まれり、1920 年には州内 1,470,000 エーカーの灌漑に要する灌水は、電力ポンプを用ゐ約 500,000 馬力の電力を消費し、全電力の 17% 以上に該當す、1921 年一箇年間のこの電力平均値段はキロワット時僅に 1.42 仙即 0.7 片に過ぎず、然るに全米の平均値段は 2.17 仙即 1.08 片なり、斯の如く廉價なる爲め California 州にては 1 年間 1 人當り消費量は 1,085 キロワット時にして之に對し米國全體の平均消費量は 372 キロワット時なり。

州内の水力電氣事業の擴張も亦目醒しきものにして、1901 年には總發生馬力は 30,000 馬力にも及ばざりしが、地質測量局統計に従へば 1922 年 12 月末日現在の 1 年間の California の發生總量は 3,770,376,000 キロワット時に及び、紐育州の 2,950,320,900 キロワット時その次に位し、而して全合衆國の水力による動力發生量は

17,213,217,000 キロ時なり、1911年より1920年迄の9年間に於ける發生電力の増加を見るに1,402,000,000キロ時より3,617,600,000キロ時に増加し、約150%の増加にして1箇年の平均増加率は即11.1%なるを示せり、その内水力發生の電力は1,068,000,000キロ時より2,493,000,000キロ時となり約134%の増加にして一方火力發生の電力は334,000,000キロ時より1,124,600,000キロ時即237%の増加にて1箇年の増加率は14.4%に相當す。

州内の工業の發展と人口の増殖とはこの水力電氣事業の發展に負ふ所實に尠少なからざるなり、然もその大部分は廉價なる動力の利用と云ふ事によるなり、國勢調査期間(1910年—1920年)内に於て、人口に就てはその増加は1,049,312人にして全米49諸州の内第12位より第8位に昇り、又工業生産物の價額は第8位に、工業の種類に於ては第5位に、農産物の價額は第4位にして120,000,000磅以上の年額あり、次に鑛産物は年額約50,000,000磅にして實にその第1位を占めたり、その内最も目醒しきものは農業の發展にして、こは主として電力唧筒の灌溉によりて荒蕪地を開拓せるに起因す。

若しそれこの州の繁榮を持続せんと欲せば遙かに多量の電力を發生せしめざる可らず、然も石炭は少なく又石油はその最大生産地たる Oklahoma に隣接せるが故に豊富なりと雖もその供給額たるや遙に需用額の下位にあり、1914年6月中の石油生産量を見るに1日平均300,000樽にして州内消費量より遙かに尠く從て總量60,000,000樽に達する在庫品を積蓄するの餘裕なきなり。

この年の石油相場は油井渡し平均35仙にして即1樽1志6片弱なりしが1914年の夏より1920年の終りに到る期間即戰時中は生産量が非常に不規則に變動しその最小は1915年12月にして1日200,000樽、最大は1920年の終りにして1日350,000樽に達せり、一方に於ては生産量の減少と國內消費量の増加の爲に在庫数は20,000,000樽に減じ、從つて相場は油井渡し1樽1.6弗即6志8片に騰貴せり、この石油界の危機は1920年 Elk Hill と Huntington とに油田の發見せられたる爲若干輕減せられたりと雖、その期間たるや甚だ短かゝりき、California の石油産額は1921年には114,600,000樽に達せしも州内の消費量も亦122,600,000樽に昇りしかば1年に8,000,000樽の不足を告ぐるに到れり、これらは凡て僅に32,000,000樽の在庫品より補給せざる可らず、且つ消費者の手に入るときの價格は樽約2弗即志4片に騰貴せり、この數字にては石油燃料は特にその相場の著しく上向きな

る事は火力電氣による工業發展を殆んど禁止的ならしむ、その結果電力會社の各市にある火力發電所は單に超荷重の準備として又非常用として使用するに過ぎざるに到れり。

この石油界の危機は1920年にその頂上に達し、在庫數は 20,000,000 樽に減少し一方電力も100,000馬力の不足を來せり、州内の損害額は數百萬磅と推算せられ建築工事は停止し土地の開拓も中止せられ、且製造工業は著しく減少せり、かゝる情勢は遂に鐵道委員會をして電力石油及び天然瓦斯の州内に於ける配分を調節する爲に非常手段を採るの餘義なきに到らしめたり、即必要に應じて或地方より他の地方に電力の移動を自由ならしむる爲に官權を以て全電力會社を説服し、その系統を互に連結せしめ以て各種の組織を分配に付て統一せる1つの者に改むるを得たり、抑々電力は20の會社及び國體により供給せられその電力は水力、石油、及び天然瓦斯により發生せられ多くは比較的小なる地方的事業なれど中には消費市場より可成遠隔なる處より動力を送電する大規模のものあり、個人會社の最大なるものは Pacific Gas & Electric Co. にして 441,200 キロの既設能力を有す、次に Southern California Edison Co. の299,800キロ、San Joaquin Light & Power Corporation の141,500キロ及び Great Western Power Co. の140,400キロ Los Angeles 市の64,450キロと Southern Sierras Power Co. の48,675キロなり。

これらの企業は各々 Cascades と Sierra Nevadas との間に於て各々その水力地點を撰定して發展し且つ電力の配給の爲に長距離の送電幹線を敷設せり、Pacific Gas & Electric Co. は多數の會社を合同したものなるが故に各所に廣く散布せる發電所網を有せり、その内最大の發電所は Dit 河にありて第1期工事は昨年完成し同時に San Francisco 迄の送電線300哩をも完了せり、その中202哩迄を200,000ボルトとしそれより110,000ボルトに變壓して一般の高壓線に供給す又 Chico 附近なる Colgate, Spaulding 湖の Halsey, Wise, Elect-ra Stanislaus に於ても別に大なる發電所を有せり其事業は54,000方哩即ち英蘭蘇格蘭兩國よりも廣大なる面積に跨がり送電及配電用のケーブル及電線は47,100哩に及び1,050,000馬力以上の動力を供給す、1922年に於ける水力の發電力は總計1,120,811,689キロ時なり、農事用動力は總計150,000馬力、鑛山、電鐵、工場其他の動力は455,400馬力にしてこれらは直接この系統に連結せらる尙52,500個の街燈及5,234,600個の燈火も亦この系統の供給を受くるなり。

Great Western Power Company は Feather River に於て水力發電所を造れりその電力は180哩の幹線を165,000ボルトの電壓にて送電す、Big Creek は Southern California Edison Co. により開發せられたる水力地點にしてその電力は150,000ボルトの電壓を以て約250哩離れたる Los Angeles に送る、而も近き將來に於て232,000 ボルトに電壓を高むる豫定なり、San Joaquin Light & Power Corporation は Fresno 地方を根據としその事業は主として San Joaquin 谷に於ける葡萄園地域に電力を供給するにあり又 Los Angeles 市は Majave Desert より導き來れる水道用水の落差を利用し電力を起さんとし各々 28,000 キロの發電所を 2 個所 San Francisquito に造れり。

Southern Sierras Power Co. は州の東邊にある Bishop Creek 水力地點を開發せしがその計畫たるや最初 Death Valley の北端にある Nevada の Touapah 及 Goldfield 鑛區に動力を供給する必要上起りしものなりしが南部地方の動力需要は San Bernardino に至るまで直接の送電線を建設せしむるに至り、次で Arizona 州 Yuma 及墨國々境迄延長するに至れり、尤も墨國內にては配電は墨國會社により經營せらる、この Southern Sierras Power Co. は世界最長の送電線を二線敷設せるを以て有名なり、即462哩と543哩の2大幹線により計畫150,000ボルト現在100,000ボルトの電力を Yuma に送電す。

種々なる系統を連絡統一せる結果 San Francisco の周圍約600哩の範圍は動力の無休の供給を保證し得らるゝに到れり、斯の如き送電網は墨國の國境より Oregon 州境迄擴張し越て Shata 附近にて Pacific Gas & Electric Co. の線と連絡して北方に國境まで走り遂に越えて Oregon 州に侵入す、同様なる連接系統は尙北方に於ても作られ British Columbia にある水力電氣會社は Washington 州に建設せられしものと接續し、かくして加奈太水力電氣は米加國境を超て南方に可成の距離迄送電せらる、これ等は必要に應じて Chicago, Milwaukee 及 St. Paul 大陸横斷鐵道の山間部の電化に供結し得る様利用せらるべし、Oregon 及 Washington 兩州を通じ放射せる送電網の間隙を滿たせし曉には California 及南 British Columbia 兩地域を結び付くるを得、從て墨國國境より Vancouver 附近に存在する多數の發電所を連絡する連續の送電網を完成するを得べく是曾て試みられし計畫中最も廣大にして完全なる包含的電力配分計畫と稱するを得ん。

多くのカリフォルニア水電會社により案出せられたるこの建設計畫は偉大なるも

のなり、政府當局の調査に依れば、州内の總水力は最大7,818,000馬力、最小3,424,000馬力なり、是は流水の90%を利用し發電所の効率を75%として計算せしものにして、若し水量保存の技術にして發達せんには更に5,500,000馬力を増加し得べしとせられ、その中約1,000,000馬力は已に利用中なり、諸會社は其建設計畫を樹つるに當り過去10年間の需用増加を基礎としてその豫想額を定めたるがこれは凡ての方面より確實なるものと認めらるゝが故にその計算の方法の正しきを見るべく、寧ろ餘に控目に過ぎたるやの惧あるが如し。

この計算に依れば1930年の需要は1箇年10,356,000,000キロ時に及ぶべく荷重率を60%として普通平均荷重は約1,182,000キロワットにして超荷重は1,970,000キロワットとなるべし、これ等を確實に供給せんが爲、先づ第1に水力に赴くは供給會社として當然のことなり、何となれば燃料價格の情勢を考慮する時は火力發電は無制限にこれを作る事不可能なればなり、消費中心地に於ける荷重率を65%として電流の値段はキロ時0.4片を超過する事を得ずと規定せらるゝが故にこの値段にて電力を供給し得るは唯水力電氣あるのみ、自下の情勢を基礎とする發電費用は取入口より變壓所迄毎キロワット50磅、これより消費者迄30磅即合計キロワット80磅となる、勿論この中には消費者の建物に於ける必要なる設備費は之れを含まず、この問題を尙詳しく研究するに前述の値段にて火力にて發電せんとすれば石油は樽47.5片にて、石炭は噸13志にて又天然ガスは1,000立方呎0.08片にて購求せざる可らず、然るにこれらの値段は今日到低實現不可能なり、其上火力電氣は常に燃料費の動搖に影響せらるゝも水力電氣に於てはその價格は殆んど安定せり、是れ資本金に對する一定の費用が重要なる要素なるを以てなり、是等の事情を考ふれば一般に火力發電は豫想ピーク荷重の25%以上に發展し得ざるべし。

建設の目論見によれば Southern California Edison Company は Big Creek に於ける最初の3個の發電所の能力をして既に112,500キロワットに達せしめたるが更に此豊富なる水源よりその産出能力を最大750,000キロに増加せんとする設計を完成せり、Great Western Power Co. は Caribon と Las Plumas とに於て Feather 河に設置せんとする7箇所の發電所の鎖の最初の2個を已に完成し現在109,400キロワットを送電しつつあり、而して流水の連續的使用をなさんが爲河に沿ひ更に5箇所の發電所を増設せんとしその地點は大體決定せられたり。

San Joaquin Light & Power Corporation は將來の供給の爲に King 河に着眼

し470,000馬力を發生すべき擴張工事の測量を完成せり、同時に Bakersfield の油田より吸ひ上げし天然瓦斯を燃料とする 25,000 キロワットを發生する火力發電所を Button Willow に建設せり、是同所に於ける最初の單位にしてこの火力發電所が全部完成するときは24時間にこの石油副産物の 80,000,000 立方呎を消費するならん。

Pacific Gas & Electric Co. は去年十月よりその龐大なる Pit 河計畫の最初の單位の運轉を開始せり、こは10年建設計畫の最初の貢獻を代表するものと稱せらる、この第1單位中には3箇所の發電所が含まれ世界第2と稱せらるゝ 35,000 K. V. A. のタービン發電機2個を備ふる Pit 第1號 Hat Creek にある2つの發電所としてこゝには各 12,500 K. V. A. のタービン發電機を1臺宛備へつけたり、Pit No. 1 發電所の發電機設計は 220,000 ボルトの送電線に送るに最も經濟的なるやう決定するの必要に支配せられたり、Hat Creek の兩發電所に於て發生せし電流は他の大發電所に送られ 11,000 ボルトに低下し而して 35,000 K. V. A. 發電機より電流の送らるゝ Bus-Bars に供給せられその電壓を高め Sacramento 近傍の Vaca-Dixon 變壓所迄 202 哩以上を送電せらる、こゝに於て再び電壓を 110,000 ボルトに低下し De Saba, Colgate, Spaulding, Drum, Electra, Stanislaus 及其他の發電所より桑港に供給する高壓送電線系統に供給せらる Pit 河線は 220,000 ボルトの電流を送るべき設計なれども現在使用せる電壓は 175,000 ボルトにして世界第1の最高送電壓なり、かの電壓を低くせるは不完全なる絶縁物に對する研究と實驗との爲にして實驗完成後には一時的性質を有する現在の絶縁物は取代へらるべく而して送電壓は設計の 220,000 ボルトに高めらるべし。

以上最初の單位が完成せし爲この組合の供給は 95,000 K. V. A. 増加せり、Pit 河の次の 50 哩の沿岸に尙 4 箇所發電所を増設する筈にて現在の計畫によればその能力は 175,000 K. V. A. 乃至 220,000 K. V. A. の見込なり、水を調節する爲に延長 73,825 呎の隧道を 4 箇所造らざる可らず、この擴張工事が完成するときは 450,000 K. V. A. の發電區域を成すに至らん、會社は最近その Pit 第 3 號發電所を急速に造る事を餘儀なくせしめられたり、組合の技師の指摘する所に依れば會社に課せられたる要求は年 7.5% の割合にて増加し現時の増加は年約 120,000,000 キロ時なりと云ふ、扱てこの發電所は Pit 第 1 號より約 12 哩下流にありて高 125 呎の堰堤工事及長約 22,700 呎流量 3,000 箇の隧道工事を要し發電所の能力は約 100,000 馬力に

して1925年の秋には完成する見込なり。

California 諸電力會社の計畫中最も驚長すべきは Southern California Edison Co. により作製せられたるもの之なり、抑々目下準備せられたる種々なる建設工事の計畫にして完成せし曉即1935年には州内の水力源泉は凡て使用し盡さるゝ事となるは明なり、従つて電力供給會社は電力をより以上多量に發生せんが爲遂に州境を超ゆるの餘儀なきに到るべく同時に電力消費の急劇なる膨脹は諸會社をして尙進んで遠き將來の擴張を豫想して設計を作らざる可らざるに立ち到らしむ、

Southern California Edison Co. の新計畫は Colorado 河に於けるものにして聯邦電力委員會は3,000,000馬力を發生する第1許可の出願を受理せり、この河は國內第2の大河にして流域約250,000方哩にして年流出量は19,000,000,000噸を超え悉く California 灣に注ぐ、測量の結果有名なる Grand Canyon の上流100哩の地點に中樞發電所を建つるに決定せり、高500呎の堰堤を河口より800哩上流の絶壁の峽谷に建設し依つて年降雨量93%を貯溜しこれを經濟的利益に轉換し得べし、堰堤の設置により長さ200哩に渉る湖水即貯水池が生じ48,616,000,000噸の水量を貯ふ得べし、この貯水池の水位は大平洋面より3,000呎高き故此落差を適當に發電所の連鎖に利用するを得べし。

この貯水池は將來大發展に對し卓越せる特色を備ふると雖尙下流にも若干の補助的貯水池を造り單に數度水の經濟的利用を計るのみならず、尙小枝川の流出量をも利用せんとす、政府に於てもこの計畫が只に電力供給に必要なのみならず夫以上に又河川改修と云ふ遠大なる利益を發生すべきが故に熱心にこの計畫に賛成しをれり、抑々 Colorado 河たるや非常なる荒れ川にして洪水期には下流に於て屢々洪水を繰返し農作物の被害頗る多大なり、若し常時その流水を調節するを得ばこの洪水の脅威より免かるゝを得べし、即流水は自然の川岸の間を安かに流れ氾濫する事なきが故に制水工或は堤防等の高價なる築造費及維持費を省くを得るなり、尙且この調節は旱魃期に於て河水が最小になり農業上水の需用が最大に達する時は灌溉用に充分なる水を放出するを容易ならしめ收穫を助くるを得、半不毛又は荒地多き California を通して盛に利用せらるゝ如くこれらの灌溉は電力唧筒に依りて行はるべし。

此の如く灌溉を行ひ得る可能性を有することは従つて開墾を盛ならしむるべし、政府當局に依れば現在不毛地として顧みられざる3,250,000エーカーの土地を

耕作地に化するを得べし、この内 1,000,000 エーカーは Grand Canyon の上流にありて残りの部分は河口に存在す、最後にこの巨大なる貯水池及補助貯水池の建設は現在經濟的に無意義なる水路 400 哩をして船航を可能ならしむべし、この航行可能は内地地方に取りては實に超數字的價値を提供するものと云ふべし。

この Colorado 河より發生する少なくとも 2,250,000 キロワットに達する巨大なる電力は發電所を中心とする半徑 600 哩の圏内に存在する凡ての都市及農村の要求に綽々として應じ得べし、該圏内の人口は現在僅に 6,000,000 に過ぎずと雖も多量にして且低廉なる動力及び廣大なる開墾地てう好餌の結果として必ずや急劇なる増加を來すなるべし、故に California 州の動力界の不安定と水力電氣源泉の早き枯涸の恐れとは近き將來の内に Colorado 河の開発を促さん。

電力供給會社は 10 年建設計畫を樹立し 1930 年迄に激増し來るべき要求は豫めこれを充し得べしとするも尙各社の深憂せる或 1 つの心配種の存するあり、即ち石油燃料の絶問なき騰貴とその供給の憂ふべき速なる枯涸とは遂に California 州内鐵道をして電化を採用するに到らしむべき可能性を有することなり、若し今後 5 年を経ずしてかゝる運命に立到らんか電力供給問題には異常に敏感となり發電會社は再び今日の計畫よりも遙に龐大なる新計畫に着手するの餘儀なきに至るべし。

(完)