

## 参 考 資 料

土木學會誌 第十卷第六號 大正十三年十二月

### タービン用ドラフト・チューブ 5 種の模型試験成績

(Engineering News-Record Vol. 91 No 5, Aug. 2, 1923)

タービン及ドラフト・チューブ共實物と幾何學的に相似形に製作したるものにて施行せし模形試験にして新型は在來型に比し優良なる結果を示せり

負荷の變動範圍廣汎なるタービンに對して最大能率を得んが爲め近來之が据付方法に關する研究にタービン設計同様慎重なる注意を拂ふに至れり。

1900年に於ける最大水車は5,000馬力に過ぎずして其能率も亦50%の負荷に對して僅かに63%、滿荷重の場合に於ても漸く80%の能率を擧げ得たるに止まり能率曲線は負荷の増加に伴ひ急激に上昇する斜線を示し最大能率は負荷の非常に大なる場合即ち水車の實用作業範圍外に於て起るが如き不都合ありしが、ランナーの設計並に水車据付方法に改良を加へたる結果1919年及同1920年にナイアガラ瀑布電力會社の新設したる1基37,500馬力水車の能率は一躍して負荷50%及滿荷重の場合に90%を示し其最大能率は負荷70%より85%の間に在りて實に93%の高率に達せり。

タービン据付方法研究の結果一時は豎型ドラフト・チューブを以て最良型とする結論に到達したることあるも之が据付に深き豎穴の掘鑿を要し其工費多額に上る缺點あるに想到し茲に曲管の使用論生じたり、然るに曲管は掘鑿費を節約し得る利點ある反面にタービン能率を著しく低下するの不利あり、現代の大型タービンにありては一定の水量に對し假令1%に充たざる能率を増加し得たりとするも出力に於ては著しき増加を來たす結果となり又前掲曲管の不利を除却せんとする究研とは新に對稱型ドラフト・チューブを案出するに到り次で之が發達を見たり、

此對稱型ドラフト・チューブを使用せば水流の中軸分力及接線分力を恢復し得ると同時に掘鑿費を節約し得る利點あり。

對稱型の1種としてアリス・シャルマー會社 (Allis-Chalmers Co.) の水力部主任 William M. White 氏の考案になるものに水力恢復圓錐機 (Hydracone-regainer) あり、又ウイリヤム・クランプ父子船舶諸機械製造會社 (William Cramp & Sons Ship and Engine Building Co.) のアイ・ビー・モーリス實驗所 (I. P. Morris) 顧問技師レキス・エフ・ムーデー氏 (Lewiss F. Moody) の提唱せるものに漸大型ドラフト・チューブ (Spreading draft tube) あり、後者は管の外側壁漸次大となり之と内部心壁との間に環狀流路を存し水流の軸分力を漸次放射分力 (Radial flow) に馴致すると同時に其速度をも漸減せしむるものとす。

ムスクル・ショールズ (Muscle Shoals) に於ける北米合衆國政府の水力發電所計畫に際しヒュー・エル・クーパー會社 (Hugh L. Cooper Co.) の提案により模型試験に於て技術上、經濟上、最優秀の成績を示せる前記ムーデー氏の漸大型を採用することとなり居たるも當初採用の豫定なりし4基の形式に比し工費の點に於て一層有利なる型態の存するなきやを慮り茲に多數の模型に就て比較調査の必要を感ずるに到り米國陸軍省の爲めに陸軍主席技術官ランシング・エイチ・ビーチ少將 (Lansing H. Beach) はヒュー・エル・クーパー會社に監督せしめアイ・ビー・モーリス實驗所に多數の模型試験方を命ぜり、此試験の目的は構造比較的簡易にして工費低廉なるものと近代的高能率ドラフト・チューブにして従つて多額の工費を要し混凝土構造部分を有するものとの比較研究を爲すにありき。

### 特別高速度ランナーの模型試験

本試験はムスクル・ショールズ發電所に設置する 35,600 馬力のものに相似形なる普通混合流用特別高速度ランナーを有する完全なるタービン模型を使用しドラフト・チューブも亦實物と幾何學的相似形を用ひて施行せるものなるが5種の模型試験中水路、タービン試験裝置等は一切同一とし只ドラフト・チューブのみを制御裝置の箇所にて取替ふる設備とせり、試験の結果及模型の形狀は第一圖曲線圖表並に第二圖乃至第五圖に示すが如し。

(イ) 第二圖に示すは曲線圖表第十一に在る對稱型ドラフト・チューブの断面に

第一圖

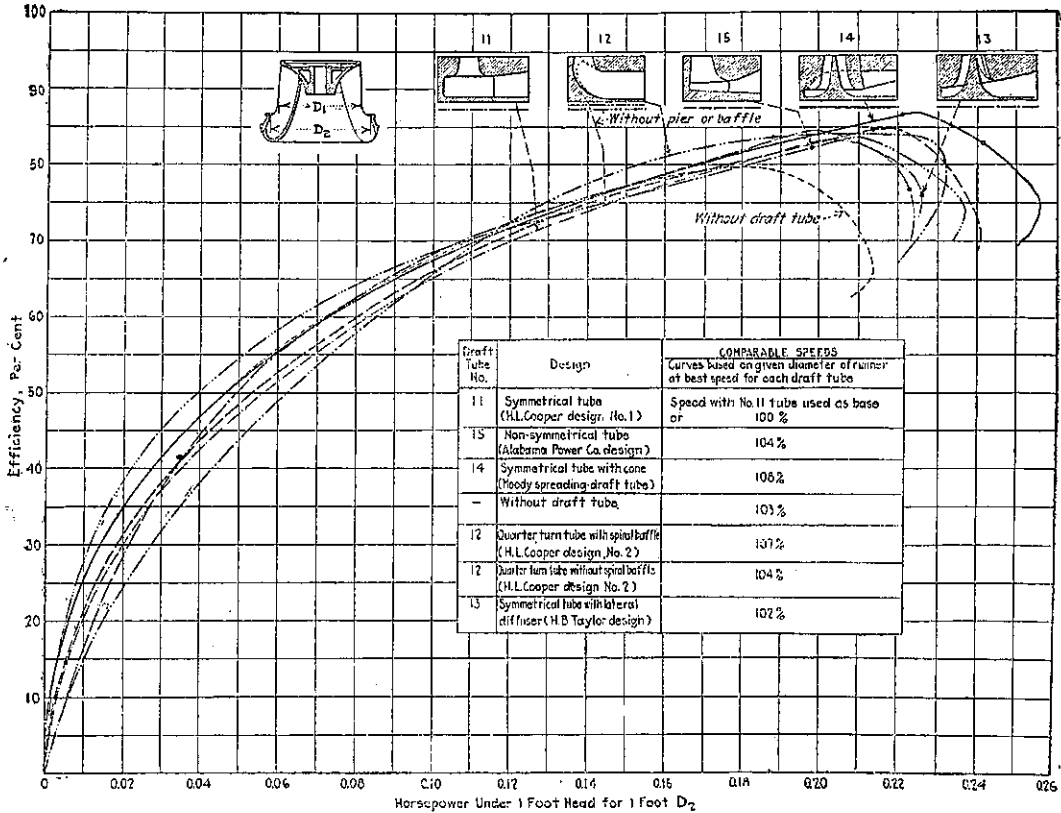


FIG. 1.—RELATION BETWEEN EFFICIENCY AND HORSEPOWER OUTFIT

These curves represent the complete turbine under a given head at whatever speed is secured under the best conditions with each draft tube. They were approved and signed by H. Birchard Taylor, vice-president, Crump Co.; Hugh L.

Cooper; and Maj. Gen. Lansing H. Beach, Chief of Engineers, U. S. Army. The cross-section of the runner shown on this figure is not the Muscle Shoals, but has about the same specified speed and indicates the  $D_2$  dimension.

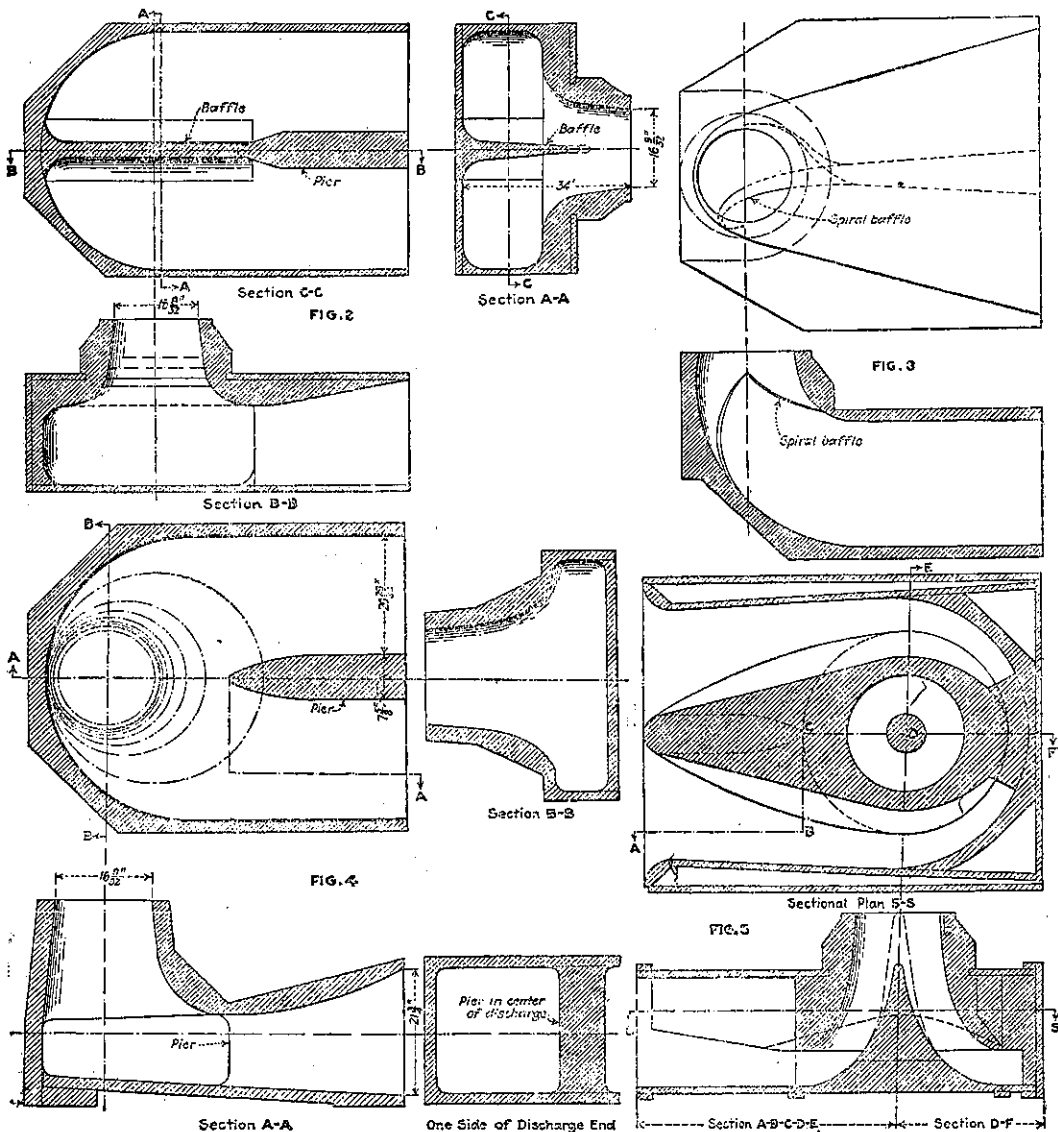
して AA 断面図に見る如く管の頸部に達する垂直導壁 (Baffle) を有する外水平流口断面の中央に垂直壁を有する短圓錐形管と其構造を一にす、此の型態は管長短かきに失するとタービン流口の直下に導壁の存する爲め分流 (Turbulence) を生じ従て水の流過を妨ぐる關係より豫想通り能率に於て劣等なる成績を示せり。

(ロ) 第三圖に示せるものは中に導壁を有する曲管型断面にして、該導壁は管の水平断面中に在る垂直壁の延長と見做し得るものなるが夫がタービンの底壁に達する迄の間に於て90度丈廻轉し居りランナー中に3吋丈延び其端を薄からしめ管の水平部流路内に在る垂直壁と直角の位置を取らしむ、前記90度轉廻せる螺旋導壁を有するドラフト・チューブは第十一號の設計に比し負荷50%以上タービンの實用作業範圍迄に在りては著しく良好なる能率を示すに反し50%以下の負荷

に對しては能率の急激なる低下を呈すること他の何れの型態より甚し。

(ハ) 次に前記の管に於て螺旋形導壁は其儘とし垂直壁のみを取りはづし普通曲管の如きものとして試験せし結果負荷 60 %以上タービンの實用作業範圍迄の間にありては前者より能率抵さも 60 %の荷重に對しては却つて高能率を示し尙 50 %以下の負荷にては他の何れの型態よりも優良なる結果を示せり。

第二圖乃至第五圖



FIGS. 2 TO 5—FOUR OF THE DIFFERENT TYPES OF DRAFT TUBES TESTED

(ニ) 第十五號設計はアラバマ電力會社の (Alabama Power Co.) ミッチェル堰堤 (Mitchell Dam) に使用せしものと同型にして第四圖は其断面なり、此型の能率曲線は他の型態の中間に位しムーデー氏式漸大型即第十四號設計より能率に於て約 2 % 低き結果を示せるも、之より先き第十五號型に同一設計の管を用ひ Worcester, Mass. にてミッチェル 堰堤と同様なる條件にて試験せし際の成績を見るに能率の差は斯程大ならざりき、此ウラーセスターの實驗に刺戟せられたる結果陸軍省の命に依る ヒュー・エル・クーパー 會社の模型試験を見るに到りたるものにしてムスクル・ショールズに使用すべき豫定なる型式以上に經濟的なるドラフト・チューブは其當時に於ては存在せざることを確認せむとするに在りき。

(ホ) ムスクル・ショールズに使用すべき漸大型の模型断面は第五圖の如きものにして 40 % より 100 % 迄の負荷即タービン實用作業範圍に於てはこれより高き速度に於けるよりも高能率を示し他の形式のものに比し 6 % 乃至 14 % の出力を増加し得ることを示せり。

(ヘ) 次に第一圖表の第十三號に示す(横の分流器) Lateral diffuser を有するドラフト・チューブ 模型に就て試験せしが他の形式に比し稍劣等なる能率を得たり。

第一圖に示す曲線は一定の落差に對し諸種のドラフト・チューブを用ひて試験したる完全タービンの最良状態の場合の出力馬力數と全能率との關係を表はすものにして、點線にて記入せるはドラフト・チューブを有せざる場合のタービンの成績なり。

本試験に於てはランナーを通りたる水流は一度廣き室中に入り此室よりの放水は放水位以下に射出せしめたるを以てタービンに對する静水壓の損失を生せずタービンに有效なる形式のドラフト・チューブを取り付くと然らざるとに依りタービン能率に於て 7 % 發電容量 (Power capacity) に於て少くも 19 % を増加し得ること本試験に於て明なり。

能率曲線圖に明なる如くタービンの出力と速度とを適當に設計せば漸大型ドラフト・チューブは極能率に於てのみならず實用作業範圍内即 40 % 以上 99 % 迄の負荷狀況に於ても他の何れの型式よりも優秀なるを知り得べし。

第十四號型ドラフト・チューブは曲線圖表に示せる如く高圓錐心を有する場合と低圓錐心を備ふる場合とに分ち試験せしが能率に於ては高圓錐心型優りたるも此場合兩者の差異は甚しからず一般に高圓錐心型は有利にして最高能率を與へ流水

状況を整正するに利あり。

圓錐心を有せざる普通のドラフト・チューブ内の水流は其中心に於ては整流に非ずして汾流となり甚だしきは其部分に空氣又は水蒸汽の充滿を見ることあり此空洞を充たすに固形心を以てせば水流の整調を期し得るのみならず該空洞に起因する惰性の悪影響を除却し其送水管中に傳達するを防ぎ得べく或る種の設計にては之が爲め送水管内に水槌作用を及ぼし又は波動壓 (Surging in vobning Pressure) を生じ 1 平方時に付 25封度乃至 35封度にも達する高水壓を及ぼすことあり。

ナイアガラ瀑布電力會社の 1 基 7 萬馬力の水車はランナー中に頭部を挿入したる圓錐心を取り付くることになり居り又オンタリオ水力電氣委員會 (Ontario Hydro-Electric Commission) のクキンストン發電所 (Queenston) の第六號 58,000 馬力の 1 基にも同様設備を爲すこととなれり。

ドラフト・チューブは中等高度の圓錐心を取付くるのみにては水流を整正し惰性の悪影響を防ぐに著しき效果あるも合理的處置としてはランナー中に錐頭の達する程度の高圓錐心を採用することにあるは疑なき所なり。

タービン用ドラフト・チューブの設計に當りては其都度慎重の注意を拂ふを要し管内流水の状況複雑を極むる結果或 1 基に於て成効せしもの必ずしも他に適合せざる場合なきを保し難きに依りドラフト・チューブ中の特種の水 flow の研究を怠らざるを要す。

比較速度—同一極量を有するタービンに就き試験したる曲線

ドラフト・チューブ番號	設 計	第十一號を100%としたる 比 較 速 度
第十一號	{ 對稱型管 クーパー會社設計第一號	100 %
第十五號	{ 非對稱型管 アラバマ電力會社設計	108 %
第十四號	{ 圓錐心を有する對稱型管 ムーデー氏式漸大型ドラフト・チューブ 同上ドラフト・チューブなし	115 % 101 %
第十二號	{ 螺旋型導壁を有する 90 度廻轉管 クーパー會社設計第二號	109 %
第十二號	{ 螺旋型導壁を有せざる 90 度廻轉管 クーパー會社第二號	107 %
第十三號	{ 横の汾流設備を有する對稱型管 エイチ・ピー・テラー設計	103 %

(完)