

# 特許柳生式基礎工に就て

最近に於ける基礎工學の進歩は誠に目ざましい。我等は先に白石信親氏の爆藥利用のコンクリートパイル、武智式の特種工法、建築基礎に利用された井筒及潜函工法等々を紹介して來たが、茲に前鐵道技師柳生義郎氏が雌伏二年攻究の結果たる新考案を得たので、其合理的なる工法の概要を紹介することにした。尙氏の考案には茲に發表する外數種の特種工法があるが之は次號に紹介の豫定である。(編者)

## 1、基礎理論の發達と被壓圈擴大の効果

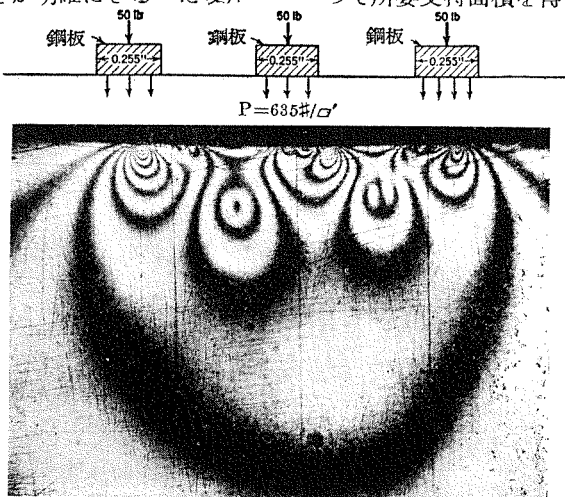
最近基礎に關する理論の發達と實驗による探究の進歩するにつれて基礎を通じて地中に分布さるゝ壓力の分散状態が基礎の沈下と密接の關係を有することが明確にさるゝに及んで Pressure Bulb 則ち壓力の球根の發生状態を實驗的及び解析的に研究したる結果地中に於て可及的大なる球根を形造る如き形狀の基礎體、換言すれば地中に及的於て其の被壓圈を可に擴大せる形狀の基礎體が基礎として最も優秀なるものである事が立證せらるゝに至つたのである。

基礎を通じて地中に分布せらるゝ壓力の狀態則ち Pressure bulb の形式の概念は第1圖の Bakelite 中に於ける Photoelasticity による實際の結果の寫眞及び第2圖に示すが如き解析の結果によつて明瞭であつて彈性體內に於ては通常我々が從來考へてゐた範圍よりもより廣い範圍に擴大せられてゐる事が明かである。

## 2、從來の深基礎工の形狀

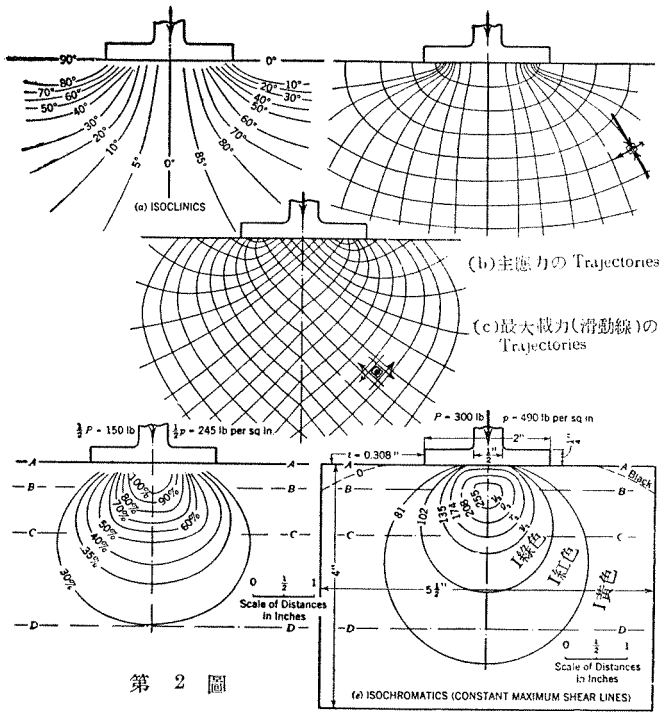
從來軟弱なる地盤の所在深き所に於て、重大なる建築物又は大橋梁を支持する爲めに基礎軀體として用ひられた井筒沈下工 (Open Caisson) 又は壓氣式潜函工 (Pneumatic Caisson) は其の工法の必然の結果として、唯單一なる支持面を底面に於て有するのみにして従つて所要支持面積を得るためには殆ど是れと

同一斷面積の巨大なる軀體の基礎體を地上に於て製作しつゝ、深所まで掘鑿沈下せしめたるが故に、其の掘鑿土砂量莫大なるのみならず、其の軀體の體積も又必然的に巨大なものとなり、之を施工する爲めには長年月を要し經濟的には誠に不利なものであつた。しかのみならず是等の



第 1 圖

基礎軀體の竣成せる曉に於ては、其の支持すべき荷重と基礎軀體自身の死荷重との比率は誠に奇妙なる對照を出現して僅々數百噸の荷重を支持する爲めに數千噸の死荷重の基礎軀體を築造せる場合も稀ならず、是等の缺陷を補はんが爲めに中空軀體として極力死荷重を減少せしめたる關西線木曾川、揖斐川の新鐵道橋に於てすら 800 噸の上部荷重を支持する爲めの下部構造の死荷重は 2,850 噸の多きに及んだ。



第 2 圖

而も是等の巨大なる自重を有する基礎軀體には其の底面に於て唯單一なる支持面を有するが故に有效なる單位支持面積當りの基礎軀體の死荷重は木曾川、揖斐川の新鐵橋の場合に於てすら  $\frac{2850}{100} = 3.1$ 噸/平方呎の多きに及んだ。本來土の抵抗能力は單に其の支持面に於ける支持力のみならず軀體表面に於ける摩擦力及粘着力をも加味すべきものであるが如上を換言すれば是等の基礎軀體は是等自身の重量を支持するために其の大半の能力を浪費して其の殘餘の僅少の部分を以て纔かに其の本來の使命を完うせるに過ぎず、其の極めて不經濟なる建造物であること論を俟たない。

是れ我國の如く軟弱なる地盤中に於て重大なる橋梁又は建築物を築造すべき必要多き場所に於ては深基礎工の根本的改革を考案すべき必然の運命を有すと謂ふ可きである。

### 3、柳生氏考案の新型基礎軀體と其の特徴

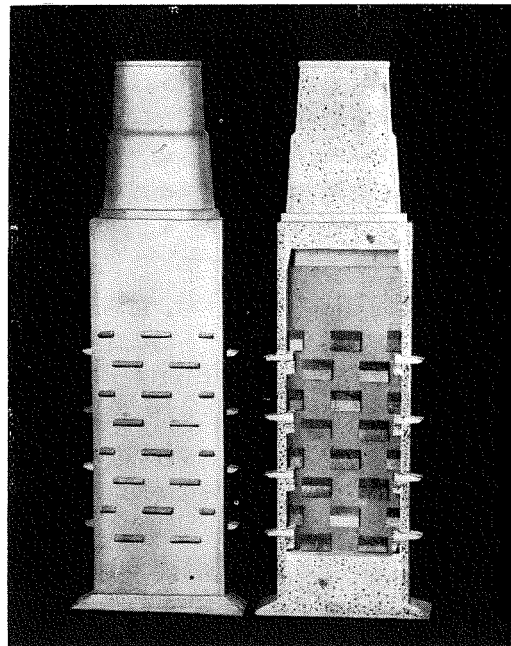
茲に柳生氏の考案せる二種の新型の基礎軀體は前述の如き從來の深基礎工の缺陷を根本

的に改革せんが爲めに考案せられたもので、

- 1、基礎としての本來の目的を最も合理的に果せる點即ち有效支持面積當りの基礎軀體の死荷重を從來のものゝ三分の一以下に輕減し得る劃期的性能を有する事
- 2、掘鑿して沈下する基礎幹體の斷面積を所要支持面積の三分の一以下に減少し得るゝが故に掘鑿土砂量を著しく減少するのみならず其の軀體の鐵筋コンクリートの體積をも著しく減少せしめ得るゝ事
- 3、基礎幹體の掘鑿沈下は原則として Open dredging により所定深度に沈下到達せしめたる後上部作業室を作りて壓搾空氣を送

入して中間支持體の構築を行ひ充分の中間支持能力を得たる後、最後に底部の擴大作業を行ふ故大部分の掘鑿は dredging による

第 3 圖 突桁杭により側面支持體を形成する新型基礎體。



結果として工費は極めて経済的なる事

4. 従來の擴底作業の場合と異り基礎幹體の自重を全部中間支持體によりて支保したる後底部を擴大するが故に擴底作業中に基礎幹體の沈落することを顧慮する必要なく擴底範圍を極力擴大して底面に於て極めて大なる支持面を構築し得るゝ事

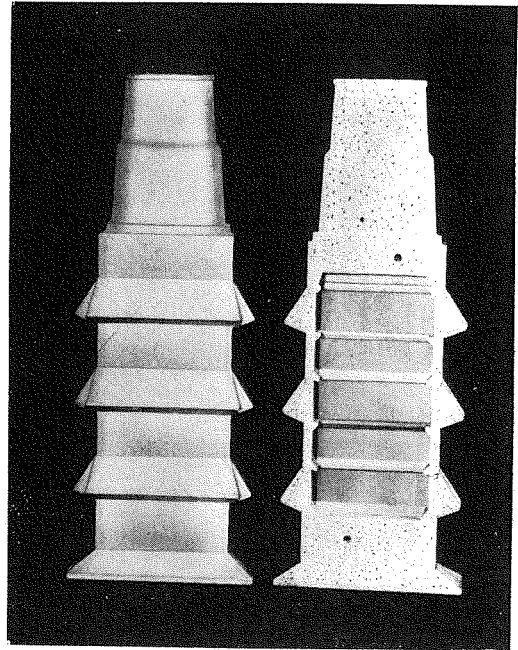
等に於て極めて有利なる性質を有し従つて同一荷重を支持すべき基礎體を築造するにあたり新舊兩基礎體の精細なる費額の比較を行へば新型を採用する場合は工費を二分の一以下に低減し得るであらう。

#### 4. 新型基礎體

##### (イ) 突桁杭により側面支持體を形成する場合

本型は地質調査の結果判明する地盤中の地層の變化を検討して良好なる支持能力を有する部分或は其上端層に於て突桁杭による支持體を突出せしめて地盤の良好なる支持能力を有効に利用せんとするものにて、深き粘土層中の所々に良好なる砂礫又は堅質砂交粘土層等の交互に成層せる場合等に最も適當なる型式である。設計の一例を橋脚として示せば第3圖の如くであるが、第5圖には基礎軀體の沈下作業途中で於て埋木丸太又は玉石等の混在せる個所を對照として軀體幹體の沈下に Pneumatic Caisson を用ひたる場合を示した。が幹體沈下には原則として前述の如く、Open Caisson を用ひ dredging によつて掘鑿して沈下するのである。

突桁杭の材料は鋼、防腐木材、鐵筋混凝土等を用ひ木材、混凝土等による時は其形狀を圖示する如く其の尖端に於て  $\beta < \alpha$  として下面に對する穿入抵抗を上面に於ける抵抗よりも大ならしむるので最初是れを打込む際に尖部が自然に上方に偏寄する傾向があるため打込みたる後楔の作用によりて強制的に是れを壓下して下層の支持盤を壓縮強化せしむる作用を行はしめんとするものである。強制壓下



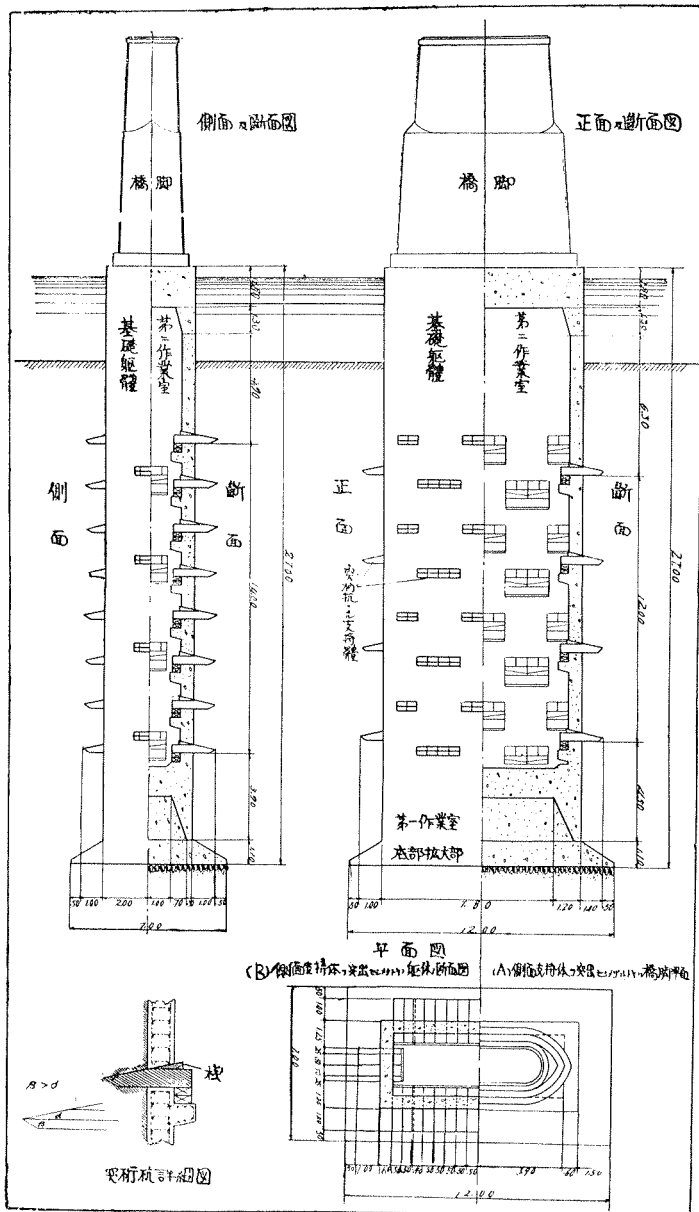
第4圖 支持版及支柱等によりて側面支持體を形成する新型基礎體。

の後生ずることあるべき突桁杭上面の間隙はモルタル注入により之を充填する。斯くして充分なる支持能力の中間支持體にて基礎軀體自身を支保したる後底面に於て廣大なる擴底支持面を作製するのである。

本設計に於ては突桁杭による總支持面積76平米と擴底による支持面48平米との合計124平米は沈下基礎幹體斷面積の36平米に比すれば約四倍半にあたり、従來の基礎の同比率が一倍又は一倍強なりしに比すれば實に一大跳躍的進歩と云ふべきである。

##### (ロ) 支持版桁及び支柱等によりて側面支持體を形成する場合

試錐地質調査の結果判明せる良好なる支持盤を利用する事を主眼とする事は前同様であるが、又良好なる支持盤が途中で無き場合に於ても此の方法による時は人工的に機械的壓縮強化作用、化學的固結作用、惡質材料と良質材料との交換等によつて任意の個所に良好なる基礎盤を作製して其の上に支持版を並列し是れを横構にて押へたる上を更に支柱によ



第5圖 橋脚に適用したる突脚杭による側面支持體を有する特殊基礎體。

つて、軀體の支持突起を反動點として楔の作用により強制的に押壓して地盤を壓縮し同時に基礎軀體を豫め上方に打上る力を與へて置くのである。(第6圖参照)のみならず押壓版則ち支持版の底面を斜めに傾けて壓力が外方に擴大する様に配置し得るが故に土壤中の

被壓圈を外方に擴大する効果を齎らす上に於て顯著なる效力を生じ底部擴大作業を行ふ際にも一層の安全を保證する譯である。

本設計に於ては中間支持體の投影總面積135平米と、外方に2米擴大せる擴底總面積104平米との合計239平米の支持面積は基礎幹體面積の36平米に對し6.6倍にあたり前項の4.4倍よりも更に一段と優つたる比率を示してゐる。

本方法に於ても幹體の掘鑿底下は Open Caisson 工法によるを原則とするものである

### 5、中間支面の被壓圈擴大效果に就て

是等の新型基礎體は前述の如く不齊地質内に於て特に其の効果を發揮すべきことは明瞭なる事實であるが粘土の如き等齊地質内に於ても亦中間支持體の作用によりて、其の荷重を廣く分布し土壤の被壓圈を擴大し其の中の局部的な大なる壓力強度を低下せしむるが故に沈下の根源的原因を緩和して之を防止する上に顯著なる効果を齎らす次第である。

今普通基礎體の場合と新型基礎體の場合の Pressure bulb

の發生狀態の差異を考へて見ると第7圖に示す如くであつて新型基礎體は其の上部地層より壓力を擴大する結果として極めて大なる Pressure bulb を發生し従つて同一荷重に對しては土壤内の壓力強度を著しく低減し強力なる基礎となる事明かである。

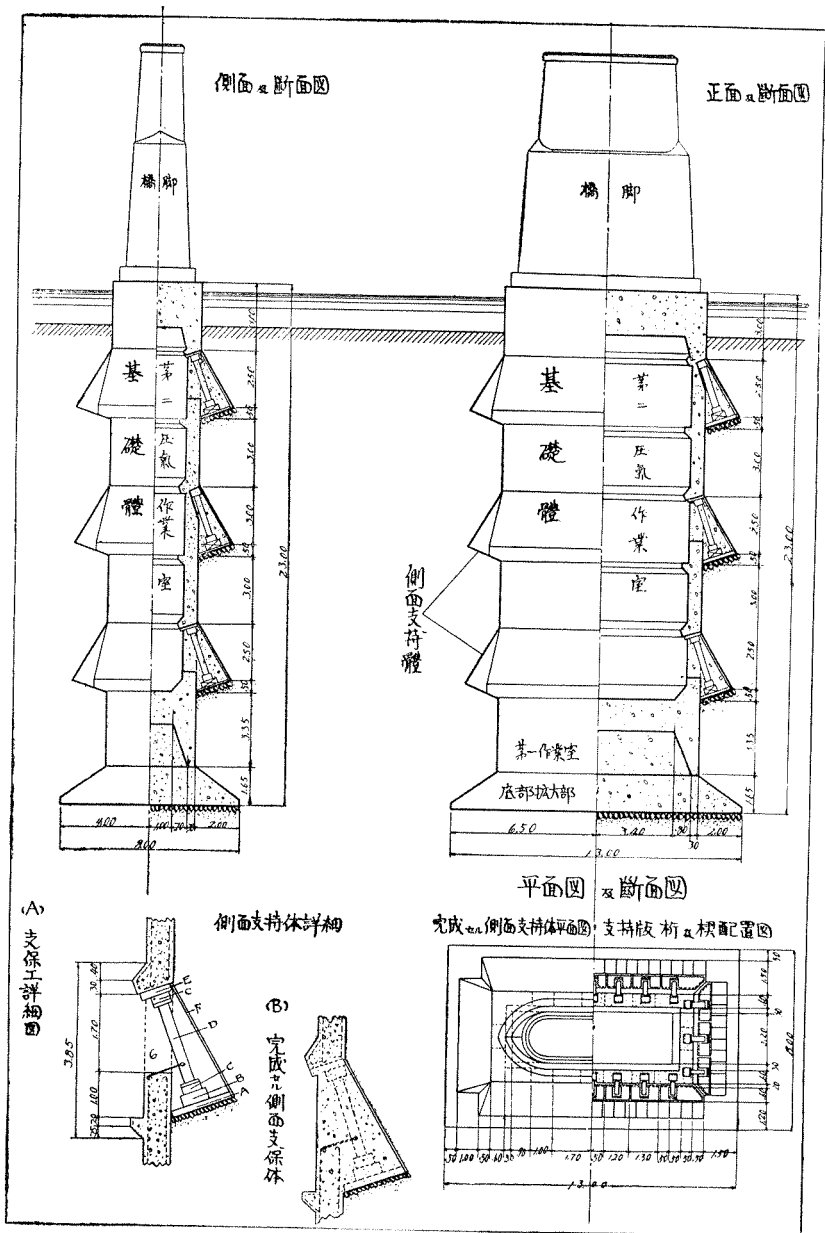
## 6、大建築物 基礎として 新型基礎體 を利用する 場合の特徴

重要なる大建築物の基礎として Pneumatic Caisson を使用することが近來漸次多くなつて來たのであるが歐米に比しては未だ尠稀少なる嫌なしとせずである。案ずるに Pneumatic Caisson 工法による時は優良なる基礎を構築し得ることは萬人異論なき所であるが唯其工費の高價なるが故に之を普遍的に使用し難き事情である。

然るに直徑小なる小断面の Cylinder Pile 又は、Chicago Well 式のものを用いて先づ沈下して是れに本工法を適用し Pneumatic Process

により中間支持體を突出せしめ又大擴底作業を行ひて巨大なる支持面を作製すれば従來に比し極めて小額の費用を以て極めて頑丈なる礎基礎を作り得るので大建築物の基礎としても亦理想的の工法と云へるものである。

特に本工法による時は並列して沈下したる



第6圖 橋脚に適用した支持版支柱等による側面支持體を有する特殊基礎體、  
A=支持版、B=横桁、C=押壓用楔、D=支柱、E=受材、F=立留板 G=繫材。

多くの Cylinder pile の擴底部の隣同志を連絡して全部の底を一枚のスラブとして繋いで作用すしめ得る一大特徴を有する事は最も嶄新にして貴重なる性質であらう。

(以上)