

## Gibson Dam に於ける揚壓力の測定に就て

(E. N. R., Aug. 18. 1932, p. 196~198, Ivan E. Houk.)

Gibson Dam に就て 2 箇年間揚壓力の測定を行つた結果貯水池内の水の壓力はコンクリートの内部迄は滲み込まず、單に堤體コンクリートと岩盤との接觸面に僅か許りの上向壓力が働くに過ぎず。又堰堤底部上流端附近の基礎にグラウチングを施す事は排水管の設置と共に基礎に於ける危険な揚壓力を防止する事を知つた。

これまで岩盤上に設けられた諸堰堤の揚壓力に關する測定の結果が屢々發表されて居るが、著者の知る限りでは Gibson Dam に於ける水平繼目の調査は石造堰堤内部の揚壓力測定をなした嚆矢である。

Gibson Dam は最大断面に於て高さ 195 呎、底幅 87 呎、天端幅 15 呎、天端長 960 呎、上流面垂直、半徑 405 呎のコンクリート造拱堰堤である。堰堤基礎の岩盤は規則正しき結晶質石灰岩より成り、屢々成層面及横の龜裂を交へて居る。

實驗的調査に便ならしむる様先づ堰堤の北半部に 2×3 呎の堅坑を上流面から 12 呎距つて 3 本設けた。

Gibson Dam は 1929 年春に竣功し、夏迄に少量の水を湛へ次で 1930 年春放射狀作業繼目にグラウチング工を行ひ、同年 6 月 1 日に至り貯水池の水位は始めて餘水路の高さに達した。揚壓力の測定は 1930 年 5 月 12 日以來酷寒期を除き毎月 3 回宛週期的に行つた。

基礎面に働く揚壓力を測定する目的で堰堤底部に 3 吋管 4 本宛 6 列計 32 本を配置した。その中 4 列は其基礎が下流水面以下に位する堰堤中央部に設けられ、他の 2 列は堰堤の兩端部、断面が中央部の略半分に當る箇所に設けられた。管は 10~20 呎の距離を以て放射線上に置かれ其精確な間隔は基礎の状態及底幅に依つて決めたものである。堰堤底部にコンクリートを流す直前、揚壓力を測定せんとする箇處に直立管を置いた。そしてコンクリートを流し基礎の上流端にグラウチングを完成した後管を通して岩盤の中に深さ 18 吋の孔を穿つた。そこで直立管の頂端に肘管を取付け、管は之より水平に堰堤下流面の側道の下に導きそれより垂直に側道の高さ迄上げ管口には測定を始める前迄蓋をして置いた。

Gibson Dam に於ける揚壓力は比較的小さいが、之は工事作業中基礎岩盤に充分グラウチングを施した事と排水を良くした事とに基因する。併しながらグラウチング及排水工は堰堤底部に働く危険な揚壓力の發生を防止するのに効果はあるらしいが、貯水池の水が基礎岩盤に滲み込むのを完全に防止する譯には行かない。

観測せる揚壓力の値は總ての場合全水深の 25% を越えなかつた。此測定は貯水池の水面が最高水位より僅か數呎の下にある時行つたのであるから、本堰堤設計の際 1/3 水深の揚壓力を考へたのは充分安全だつた事が解る。設計の際の假定は揚壓力は堰堤の上流端に於ては満水時の壓力でそれより直線的に零若くは下流水壓迄變化するものとし、之が全水平底面積の半分に作用するものと考へた。之は揚壓力は上流貯水壓の半分より下流水壓迄直線的に變化し之が全面積に働くと同じである。勿論測定した揚壓力が其の大ききで全面積に洩れ無く働く譯ではなく事實は幾分小さい値で作用するものらしい。

貯水池の水位が同じなれば測定の日に依つて揚壓力が變化する事は少い。之は基礎岩盤中の滲透孔は貯水池使用後二年位經過せぬと著しい開孔も閉孔も起さない爲である。

堰堤内部に働く揚壓力測定のために 1/3 吋亜鉛鍍鐵管 32 本を水平作業繼目 (horizontal construction joint) 中に設置した。即ち第一坑及第二坑には各々 12 本宛、第三坑には 8 本夫々設けた。コンクリートを滲透した水

が管の中に入り易くする様にコンクリート内に終る管端の周は礫で包み又溜つた水は容易に観測出来る様に堅坑内に終る管端には硝子管を垂直に結び付けてある。

堰堤工事に際し水平作業繼目は新しいコンクリートを流す前綺麗に掃除し其上を約 1 吋厚のセメント溶液で蔽ひ其上を長柄の鐵毛ブラシで掻き撫でる様にした。

貯水池が満水位に達した時でも水平作業繼目内に設けた各管内には感知し得る程度の揚壓力を認めなかつた。1930 年 6 月以來の測定で作業繼目内に於ける揚壓力は最初満水した時から漸次減少し遂に無視し得る程度になつた事を知つたが、之は繼目又はコンクリート中にある滲透孔が石灰の沈澱で段々塞がれた爲である。

貯水池が初めて満水した時でもどの水平作業繼目からも漏水は起らなかつたが之は注意に値する事と思ふ。

Gibson Dam に於ける観測の結果コンクリートに欠點の無い限り堰堤内部の揚壓力は設計の際考へなくともよい事が分つた。

岩盤上に構築された masonry dam の揚壓力の測定に關しては獨逸の 2 堰堤と米國の 4 堰堤に就て行はれた。即 Oester 堰堤 (拱重力型, 高さ 131 呎), Neye 堰堤 (拱重力型, 高さ 100 呎) 及 Medina 堰堤 (直線重力型 166 呎, Texas 州), Brule River 堰堤 (直線重力型, 70 呎, Wisconsin 州), Willwood 堰堤 (直線重力型, 70 呎 Wyoming 州), 及 American Falls 堰堤 (直線重力型, 80 呎, Idaho 州) 等である。又未發表のものでは Pit River 第三堰堤 (拱重力型, 112 呎, California 州), Bull Run 堰堤 (拱重力型, 200 呎, Oregon 州) 及 Ariel 堰堤 (140 呎, Washington 州) 等に於ても基礎面に作用する揚壓力の測定を行つた。

之等の堰堤の揚壓力は多くの場合 Gibson Dam と同程度若くはそれ以上を示して居るが Oester 堰堤を除けば心配する程のものは一つも無かつた。Oester 堰堤は 25 年前の築造に係り基礎岩盤にグラウチング工及排水工を施して居なかつた。實際測定の結果、基礎にグラウチング工及排水工を施した堰堤に於ては上流端の揚壓力は比較的小さい。

之等諸堰堤に於ける調査の結果、直線又は拱重力型堰堤の設計に際しては假令堰堤底部上流端に沿ひ基礎岩盤にグラウチング工を施し且多數の排水管を設くるも、尙幾分の水壓は基礎面に傳へられるから全然揚壓力を無視する事は出来ない事を知つた。

岩盤上に設けられた是等諸堰堤で測つた揚壓力は果して全水平底面積の何パーセントに働くかは明瞭でないが今假に底面積の全部に働くとしても、設計の時揚壓力は“one-fourth uplift”以上若くは“two-third uplift”以下に採れば適當だと思ふ。“one-fourth uplift”と云ふのは堰堤底部上流端に於ける水壓の 1/4 を上流端の揚壓力とし之れより下流端の水壓迄直線的に變る様な揚壓力度を表すものである。Gibson Dam の設計に用ひられた揚壓力は“one-half uplift”であつた。

諸堰堤に於ける實測の結果グラウチングを施し排水管を設置せる場合は揚壓力は事實小さいから、設計に最良の假定は、揚壓力は堰堤の上流端に於ては満水壓で、之より排水管の位置まで或割合で直線的に下り更に零若くは下流水壓迄直線的に變化し且之が全底面積に作用するものと考へる事であらう。排水管の位置に於ける貯水壓の減少割合は基礎岩盤の性質に依り異なる値だが、時には貯水壓の半分以上に採らねばならぬ場合がある。最近完成せる東部オレゴン州の Owyhee 堰堤 (405 呎) の設計には排水管の位置に於ける揚壓力は貯水壓の半分と考へた。之は上述の“two-third uplift”と普通同じ値を示すものである。

(野口誠抄譯)