

洪水の地下貯溜は可能か

准員 吉川 秀夫*

洪水調節は自然的には地被物に依り、地下に滲透する事に依り、又は河道に貯溜せられる事等に依り行はれているが、人為的に行ふ場合には洪水調節池、遊水池等が使用される。自然的環境を變化させて、洪水を有効に調節すると云ふ事は可能ではあらず、早急に且つ確實に行ふ事が出来ない。即ち流域内の森林状況を良くする事、表流水を地下水化して、一時的に集中して流出する事を阻止する事等が考へられるか、短日時の内に解決は困難であらう。そこで現在では有効確實に調節を行ふためには堰堤等に依る洪水調節池、遊水池等の人為的統御に依る他はない様である。然し乍ら人為的に調節を行ふためには構造物を必要とし、更に相當廣大な土地が潰れる。我が國の様に耕地が主として河川沿いにある所では、此の問題は相當深刻である。然し河川の上流部で、耕地化する望みのない箇所、適當な堰堤地點の場合は此の點は問題にならないが、堰堤等の建設費に多額を要する事になるし、又調節力は比較的劣る事となる。即ち洪水を調節する場合には、出来る限り防禦しようとする地點の近くで行ふのが有効であり、上流に作れば作る程調節力はより効果が減じ且つその効果が不確實となり、又それより下流の流入支川等の關係で、調節操作を誤れば、反つて最大洪水量を増大せしめる様な結果になる場合も起り得る。

斯の様に考へて來ると、自然的に更に有効に調節する方法が比較的短期間に、且つ確實に行ふ事が出来ればよい。此の觀點から那珂川を考へて見れば、那須野ヶ原なる粗鬆な地層より成る原野があり、之を一つの地下の貯溜池として利用すれば、自然的洪水調節が可能であらうと考へられる。

次に那須野ヶ原に就いて概略説明して見る。那須野ヶ原は栃木縣の東北部に位し、南北 32 km、東西 20 km の紡錘形の盆地状地形で、面積は 400 km² である。地表は一樣に北東より南西に向つて傾斜し、大體 1/50~1/100 の勾配である。周邊は圖に示す如く、那珂川本川及び箒川によりとり圍まれており、此の二河川に接する河岸は殆んど全線に亘つて絶壁状をなしており、蛇尾川と熊川とが北西の山地より原を縦貫して

いるが、流水は悉く地下に滲透して伏流となつている。土壤は原全體に亘つて略一様であり、表土は 80~200 cm 位の厚さであり、それ以下は岩盤まで悉く砂礫の層をなしており、非常に空隙に富む。此の様に多孔性の地層である上に、前述の如く原を取り圍む二河川は原の地表面より約 30m も低い所を流れて居るために地下水は非常に低く、地下水面は地表面の傾斜と略同じである。尙昭和 21 年 6 月上旬地下水位を井戸の水位より観測した結果は圖の如くであり、原全體を通じて一樣に變化している。調査した結果に依れば、原の上流部では地表水は原に滲透し地下水となり、下流部では地下水は湧出して地表水となる傾向がある。又那須野ヶ原の砂礫層の透水係数を直接地下水流の速度より、井戸の揚水試験より、又地下水位が年變化をするがその變化の進行状況から求めた結果は大體 10,000 m/day (11.6 cm/sec) 位の値であつた。上述の如く地下水勾配は約 1/100 であるから、地下水流の速度は原全體を通じて 100 m/day (0.12 cm/sec) 位のものと推定され、地表水の流下に比べて非常に遅い。一般に地表水が地下に滲み込む速度即ち滲漏速度は Darcy の法則 $v = kh/l$ に従ふか、或いは各砂礫粒子の間隙より流出する流れとして、 $v = c\sqrt{2gh}$ なる法則に従ふか、何れかであらうと想像される。前者では速度は水深に比例し、後者では水深の平方根に比例するのであるが、流出孔より空間に流出する場合と考へるよりは一般の地下水流動の法則即ち Darcy の法則に従ふと考へる方が適當の様に思はれ、實測値に基いて調べて見た所、前者の法則に従い滲漏速度は水深に比例するものとしてよい。結局 $v = k \cdot h$ であり、茲に k は土質に依る係数で滲漏係数と稱する。那須野ヶ原に於ける砂礫層の滲漏係数は各地で實測した結果は 0.0010~0.0005 (cmsec 單位) 位である。

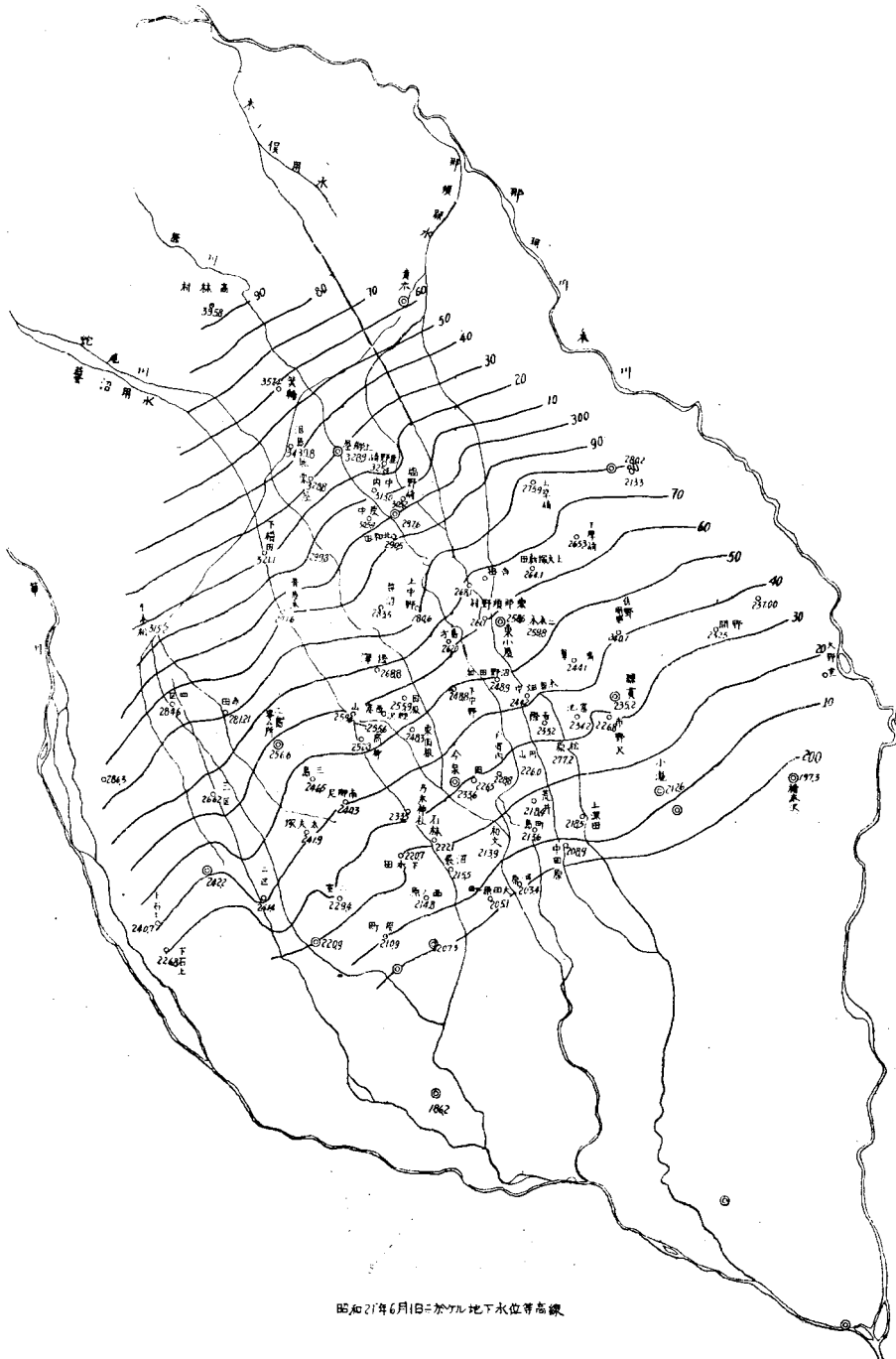
那須野ヶ原の概況は上述の如くであるが、地層が非常に空隙に富む事、地下水とすれば地表水に比較して流下速度が非常に遅くなる事を利用して那珂川の洪水調節池として原の地下を利用する事が考へられる。然し現況でも地下は貯溜池として相當利用されている事になる。即ち蛇尾川、熊川の洪水は殆んど全部地下に滲透し伏流となつて、直接那珂川に流入せず一度那須野ヶ原の地下水となつて後流入して居るので、洪水

* 建設省土木研究所

は相當調節されて居るものと考へられる。此の自然の調節力を更に有効に利用するために、那珂川の洪水を那須野ヶ原に導入して、之を地下に滲透させて、原を地下貯水池として利用する事が考へられる。即ち現況

では前述の如く、那珂川本川は原の周邊を原の地表よりずっと低い所を流れているので、原の上流部高林村油井地先の屏風岩地點が堰堤地點として良好である事を利用し、此所に堰堤を設け水位を上昇せしめ、直接

圖 地下水位等高線 (昭. 21. 6. 1.)



昭和21年6月1日ニ於ケル地下水位等高線

貯水池の側面より原に滲透せしめると共に、之にて處理し切れぬ量は貯水池より導水路にて圖に示す様に原に導水し、この導水路より原に滲漏せしめ、洪水を地下貯溜しようとする。此の場合地下に貯溜した水が直ちに原の周縁より川に流出してつては貯水作用を有効に働かせる事は出来ないが、此の點は圖より見られる様に原の周縁に於ては現況では内部より地下水が高く、原の地下水位を上昇させても此の様な事は生じなく、地下貯水池として有効である事が豫想される。以上の様に那須野ヶ原は那珂川の洪水調節池として

地下が利用出来る事が判つたが、此の事に依り地下水が増加せしめられ灌溉用水の強化となり、土地の有効利用の點から非常に好ましい結果となる。此の様に有効適切な地形、地質は他に餘り無い様であるが、多少なりとも地下を利用し得られる所は尠くなく、又他の觀點から土地を有効に利用し乍ら洪水調節が可能となる方法も有ると思はれる。文明の發達に伴つて洪水量は増大して來たが、土地を有効に利用して洪水を處理し水資源を有効に利用する事を考へるべきであらう。(昭. 23. 10. 1. 受付)

橋梁のコンクリート床版の實驗的研究

F. E. Richart は Laboratory Research on Concrete Bridge Floors, と題して Proceeding of A. S. C. E., March 1948 に鉄筋コンクリート床版の各種の載荷條件に應じた形状を決めるため、橋梁技術發展のために、集中荷重の載つた場合の橋梁床版の理論的解法及び實驗の報告をしている。又支承梁の作用をも見るために、實際の國道橋の床組模型に就いても實驗を行つたものである。之等の概略を紹介する。最初に理論的解法の研究を行ひ、次にその理論値の適否に就いて實驗を行つた。實驗に供した床版模型の縮尺は $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$ である。1947 年の初頭から長さ 5~30 ft の 36 個の模型に就き、又 200 個に亘る小型コンクリート及びモルタル版に就いて實驗を行つた。

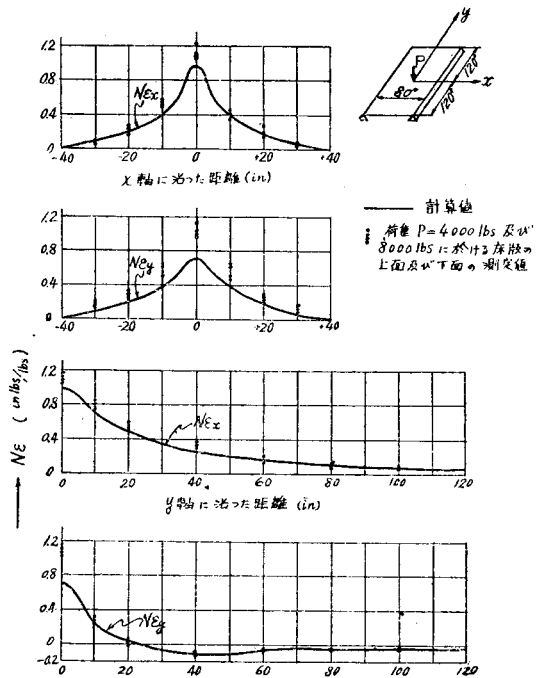
鉄筋コンクリート床版の理論的解法としては、Jensen 教授のコンクリートに於ける plasticity ratio を使用する塑性理論及び Newmark 教授の理論的解法などがある。

この Jensen 教授の塑性理論に於ける、コンクリートの曲げ壓縮應力分布の状態とは Emperger 氏の塑性理論と同様に梯形である。

先づ豫備實驗として次の事項に就いて實驗を行つた。

單純矩形床版：二邊單純支承で 1 個の集中荷重の載つた場合に就き、幅 20 ft, スパン 6 ft 8 in, 厚さ 6.5 in, 載荷は 6 in の圓板により實驗を行つた。鐵筋は兩方向共 $\frac{1}{2}$ in 角鋼を 4 in 間隔、有効高さは短い鐵筋に對し $5\frac{1}{2}$ in, 長い方が 5 in である。龜裂を生ずる以前の荷重に對する歪は圖の如くである。コンクリートの性質が異り、或は床版の寸法が異つた供試體に就いて、得られた結果を比較し得るために、

圖. 荷重歪圖



$$N = EI / (1 - \mu^2)$$

E; 彈性係數 I; 慣性モーメント μ ; ポアソン比なる N を用ひ、N と歪 ϵ との相乘積 NE を圖の如く求めたのである。

龜裂を生じた後の歪の状態は、コンクリートの歪は、コンクリートの引張力を無視した理論値と良く一致し鐵筋の歪は、實測値が計算値の 80% であつて荷重の下では之よりもつと小さい。

單純正方形床版：5 ft 角の正方形床版 20 個に就き