

撃は一応桁に吸収させる。なほ桁端等の枕木を桁の上突縁に密着させ、この部分に於て衝撃の原因を除くことに留意すべきである。

(4)第7回目測定に於て第6, 第7, 第8, 第9号等の橋脚の振動状態が著しく不規則な形になつて来たことが認められ、就中第6号橋脚の井筒悪化が従来不健全とされている橋脚と殆んど同程度まで進んで来て

いるかの如く推定される。今後このような状態がそのまま進行するとは考えられないが、将来の列車のスピード・アップ或いは地震等の場合に備えて、出来得れば根本的に対策を講じて置く必要があると思う。

以上の調査に当つては東大教授沼田政矩先生、同那須信治博士の御指導を賜つたことを深謝する。

(昭.25.10.3)

河床被覆石の大きさと流積及び流量等

正員 工学博士 楠 宗 道*

DETERMINATION OF SUITABLE SECTION OF A TORRENTIAL RIVER BY THE DIMENSION OF GRAVEL COVERING THE RIVER BED

(JSCF Feb. 1951)

Dr. Eng. Munemichi Kusunoki, C.E. Member

Synopsis This report proposes a method which determines the suitable section of a torrential river using Krey's formula of tractive force.

河川の水源地方から砂礫の流送が相当量ある場合には高水毎に流送するからその被覆石の大きさは掃流力に比例して河床を移動する事は一般に知られて居る事実であつて数多の実験式が提示されて居る。就中 Krey (独 1926) の式は簡単に

$$HI=0.125d \text{ (m 単位)}$$

である。式中 H : 高水深, I : 高水勾配, d : 高水の為移動を始めようとする石礫の径であつて、沈定せんとする時よりも大なる流速に作用された事は明瞭である。

本式の適用に際し河床に累積又は散在せる石礫中から、いづれを選択採用すべきかは篩別けして平均径を定めるべきであるが、本実験では簡易方法として最大と思われる石礫は、特殊の事情で流下したのものとして除外して、選択した横断面に割合に多く存在する石礫の数個をとつて、これの長、幅、厚を測つて夫々の平均をとるか、又は平均の大サと思われる1個の代表石の大きさを測る。この場合水理学的の主観を入れる事なく虚心坦懐に採取した方がよい。そしてその石礫は幾何学的の形態のものではなく、且つ長手の方向に移動する事はまずないから中央断面の幅、厚を夫々 a , b とすれば $(a+b)/2$ か或いは \sqrt{ab} のいづれかを上式の d とすべきであるが本計算では前者をとる。

実験用の河川は岐阜県の藪川(揖斐川左支流)で同川

は享祿 3. 6. 3 (今から 434 年前) の大洪水に二、三の部落を押し流した根尾川の一分派で新たに流路を形成して揖斐川に合流した流路長約 3 里、他方糸貫川は長良川に合流していたが、大正年間に藪川の改修にて廃川として藪川に合流せしめた。根尾川の水源地域は明治 23. 10 の濃尾の大地震の震源地であつて本川に沿つて大断層が既存している。このように基盤が荒廃している為砂礫の流送が甚だしく、戦前から国及び県に於て砂防工及び藪川の改修を施工し、略々完成の域に達せんとした際、戦争の為工事を打切つたが、爾來流下砂礫の為河床が上昇し、伏流水が多くなり他方伏越工及び床固工による射流によつて局部的に洗掘せられ、根固沈床の宙に露出したものを見受けるようになった。戦後災害復旧等の為いくらかの工事を施されるようになり工事主任の勝山、熊坂両建設技官の調査を基として縦断勾配変り、この断面に就て Krey 式から

$$HI/d=k$$

として先ず k の値を算出し同式の k の値の 0.125 との差異と河床との関係を考察して表-1 を得た。

表-1 中勾配 I は勾配変りの区間の勾配であるが、その勾配によつて被覆石の流送を来たしたのであるから各区間の夫々下流区間にその勾配を使用した。又 15 里 4 丁から上流の勾配の測定値が無かつたから 14 里 34 丁を基として石礫の重量と勾配の関係式

$$W/W_0=(I/I_0)^2$$

から算定した。

* 日本大学教授, 工学部土木工学教室

表一 から k の値が 0.125 に最も近いのは 14 里 28 丁及び 12 里 22 丁の 0.126 であり、双方共横断面が割合に整っているが前者は上流の伏越の為一部洗掘されている。これ等両断面以外は河幅過大又は過小の為か洗掘又は砂礫の堆積が多い。而して全川の平均値は 0.128 で 0.125 に近似している。換言すれば全川で洗掘、堆積が略々平衡を保っているようである。特に

表一

丁 積	H(m)	I	d(m)	K	説 明
15 04	3.00	$\frac{1}{218}$	0.12	0.114	山口用水を分流し(赤川川を渡り)伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
14 34	2.40	$\frac{1}{290}$	0.11	0.075	14 里 33 丁 2 丁の間より石を取出し河床を洗
14 28	2.50	$\frac{1}{220}$	0.09	0.126	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
14 02	2.20	$\frac{1}{230}$	0.10	0.096	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
13 10	2.60	$\frac{1}{270}$	0.065	0.148	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
12 34	2.70	$\frac{1}{500}$	0.05	0.179	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
12 24	3.60	$\frac{1}{450}$	0.04	0.199	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
12 22	3.40	$\frac{1}{470}$	0.04	0.126	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
12 20	3.80	$\frac{1}{400}$	0.04	0.194	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
12 16	5.10	$\frac{1}{400}$	0.035	0.087	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
12 12	5.00	$\frac{1}{700}$	0.038	0.078	河幅約 270' 14 里 30' 伏越の地盤より砂礫を取り出し、毎年路の堆積を掃除するの法あり
平均				0.128	

(全川に遡るに僅少の礫の堆積の外見の流積あり)

12 里 34 丁以下では僅少の河床底下を来たした様なのは自然の理に従っている。このように観察して来ると河幅としては上流では 220m, 下流では 255m 位が適當のようである。

次に流速 (Vm/sec) について観察すると開鑿水路で断面一様な直線水路の河底砂礫径 5 ~ 15cm の Kutter の n の平均値は 0.03 (物部博士水理学 p.99) で藪川の場合に砂礫の大きさとしては丁度適合しているが、同川は前記の如く 434 年前に出来た河床であるから寧ろ自然河川の線、形、断面共に規則正しく水深大なる礫床草岸の場合の平均値 $n=0.036$ をとるのを適當

表二

丁 積	H1	n	C	V(%)	Q(sec)	説 明	
15 04	0.01374	0.036	345	4.04	185	1495	(1) V の値は定まる
14 34	0.03626	0.033	303	3.03	235	1140	後者の計算より
14 28	0.01130	0.035	358	2.20	1313	1313	天然河川
14 02	0.00935	0.036	316	2.25	1043	1043	(2) 4 里 11 丁の間
13 10	0.00762	0.036	329	2.35	1340	1340	天然河川
12 34	0.00899	0.038	318	2.60	1488	1488	(3) Q の値より
12 24	0.00799	0.036	360	3.60	260	2246	
12 22	0.00597	0.037	275	2.55	1595	1595	
12 20	0.00795	0.036	317	2.70	2168	2168	
12 16	0.00306	0.030	433	2.38	260	2164	
12 12	0.00295	0.030	430	2.32	255	1972	
平均					242	1624	

と考へ、表二の如く 12 里 20 丁より上流の石礫径 4cm 以上の分は $n=0.036$, 12 里 16 丁の揖斐川の back water 区域と認められる区間は $n=0.03$ をとり Kutter の略式から流速係数 C を計算した。この場合の水深は平均径の石礫を採取した場処の高水深である H (表一) をとる。水面勾配 I も同様である。これ等の C, H, I を用いて Chezy 公式から流速を算出する。この流速は同断面の平均径の大きさの石礫であるから平均流速と見做す。

最後に流量 (Qm^3/sec) を算出するに先だつて流積 (Am^2) は矩形断面ではない。且つ上記の H は水理水深ではなく河床は沈殿、堆積が同一断面内でも入り乱れているから、この場合簡単に拋物線断面と見て $\frac{2}{3}bH$ としたから、 H は必ずしも拋物線の頂点の水深とは限らぬから、この点から流積は实地よりも幾分過小と見られる。

このようにして流量を全断面に就て算出して全川の算術平均をとると $1624m^3/sec$ となる。然るに同川の計画高水量は $1250m^3/sec$ であつたが、その後 $1520m^3/sec$ に改められたが尙約 1割過小であるが(尤も本計算は断面計算に於て近似値を用いてはいるが) 前記川幅の標準と思われた 12 里 22 丁の断面が、流量の点に於ても平均値に最も近似しているからいづれの点から見ても本断面は標準断面と見る事が出来よう。

このようにして適当な即ち、割合に整然たる断面を選んで平均径と認められる石礫の径から Krey 式によつて HI を求め n を適当に選んで $CV\sqrt{HI}$ から流速を求め、高水流積を乗すれば高水流量を求める事が出来、 I を測定する必要がない。而して平均径の石礫の選定、流積の測定を正確にすれば高水流量も従つて正確を期する事が出来る。

附言 近時水理学の研究は数学的に特に流体力学的となり斯学、ひいては河川工学の研究に寄与する事が甚大であるが古典物理学が必要であるように古典水理学の存在も無視する事は出来ない。かくて先人の研究を敢て追想して粗雑なる計算ながら同川の計画高水量の再検討の問題を提出する次第である。

(昭. 25. 10. 30)