

東京大学生産技研 正会員 井口 昌 平

東京大学工学部 正会員 鮎 川 登

東京大学生産技研 正会員 オ吉 野 文 雄

1. まえがき 自然河川が洪水波の影響をうけて、河床がどのように変形されるかという問題は、長い間河川技術者を悩ませてきた問題である。この問題について木下は長期にわたる自然河川の調査から、「洪水流は砂礫堆を形成しながら蛇行する」という仮説をたて、実験水路での実験および洪水時における航空写真測量の結果からその仮説を確かめている¹⁾。筆者はこの砂礫堆の研究についての過去の文献を整理して、この問題について過去に自然河川での実験が行なわれていた事に注目し、それをここに要約して紹介すると共に、実験水路での砂礫堆の形状について述べる事にする。

2. Weichsel 川における洪水時の河床形状の実測について Weichsel 川は改修により川幅37.5 mで弱く蛇曲した河道に改修され、その結果他の西欧諸河川と同様、移動する砂礫堆の形成がみられるようになった。この河道の区間144.1—145.5 Kmで、1913年夏の洪水流出時に Niese と Schmidt は26日間にわたり100 m間隔で毎日一度の定期的な横断測量を実施した²⁾。その時の水位および流量の変動は図1に示すものである。またこの測量で得られた145.25 Km地点の横断形状の変化は図2に示すとおりである。この測量結果から Schmidt, Klotzky は次のように結論した。

1) 河床は高水期においても低水期と同様砂礫堆が形成されている。

2) この砂礫堆は下流に平行に移動する。

3) 水位と砂礫堆の大きさの間には明瞭な関係は認められない。

4) 移動速度は高水期の方が低水期よりも早い。

5) 高水により深掘れ部は深くなりこの深掘れ部を分離している浅瀬は高くなる。このため水位上昇期には谷線に沿った河床勾配の不連続性が大きくなり減水期には小さくなる。

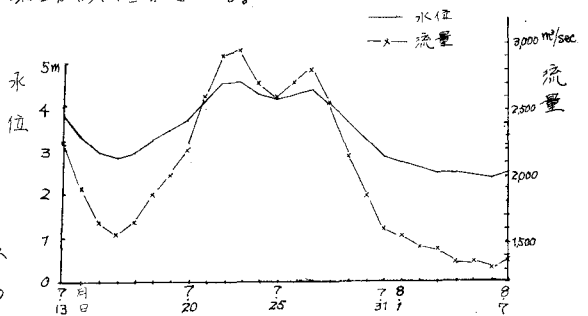


図1. Weichsel 川の Kurzebrack での水位流量の変動図

この結論で5)の項はそれまで考えられて来たのとは逆の結果であったので、1923年に Faber はこれについて反論した。Faber は図2の断面形を3mの等深線で切った時、左岸側には皿形の部分が残し、右岸側には三角形の部分があることを基礎として、それら各部分の最深点とこれを分離してい

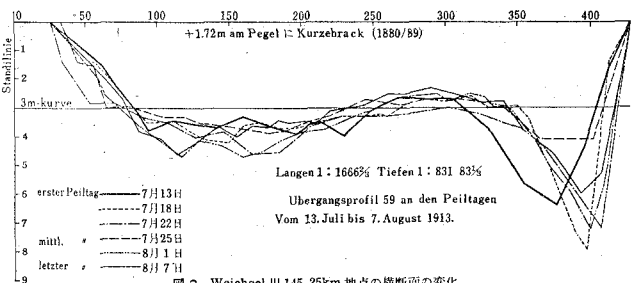


図2 Weichsel 川 145.25km 地点の横断面の変化

る隆起部の最高点の間の高低差を各水位に対して求め、右表の3と4の欄に示した。これらを水位の順にならべ変えると6と7の欄の様になり、この結果前記ホ)項は正しくないとしたのである。

上述の如く高水期における河床形態について当時かなり研究がなされて、Schmidt等と同じ結論はEngels⁴⁾やSchneider⁵⁾も得ている。Schneiderは水位が谷線の縦断形状に与える影響を調査して図3に示すように模図化して、低水時よりも高水時の方が谷線の不連続性は大きくなると考えた。彼はこの原因として低水時よりも高水時の方が隆起部上と深掘り部上での水面勾配の差がなくなり従って $S = C\gamma Jd$ (C : 常数、 γ : 水の単位重量、 J : 水面勾配、 d : 水深) で表わされる掃流力は深掘り部で著しく大きくなり砂礫堆上ではその増加の割合が相対的に小さいからであると説明している。

3. 実験水路における砂礫堆の形状について 砂礫堆の形状は一定水理条件のもとでも相当にちがいが大きい。ここでは砂礫堆の長さ高さからヒストグラムを描けば、ある特定の値を中心にして分布する(図4参照)ことを考えて、数個の砂礫堆についての平均値をもとの水理量に特有な形状とみなすことにする。高さや平均水深の関数は図5のとおりであり、一般にI.B.法を一定とした時水深が大きくなるにつれて高さや減少する傾向があり、Faberの見解に一致する結果となっている。また砂礫堆の対応する形状と考えられる断面を $B = 31\text{ cm}$, $d_m = 0.23\text{ cm}$, $I = 1/50$ について、流量の変化に対して描けば図6となる。この図から水位の上昇と共に砂洲の平坦化が生じている事がわかる。谷線の横断形状と横断面の形状の変化とは互いに相関性があると考えられるが、では「水位の上昇と共に谷線の不連続性が大きくなる」という事については、実験水路と自然河川の間の相似関係および流量に對して河床形状が形成されるか否かという点について研究が進められなければならないであろう。

- 1) 木下、科学朝日 vol 37. No 7. 2) Zentralblatt d. Bauverwaltung. 1922.
3) Die Bautechnik, 1923. 4) Der Bauingenieur. 1924.
5) Die Bautechnik. 1926.

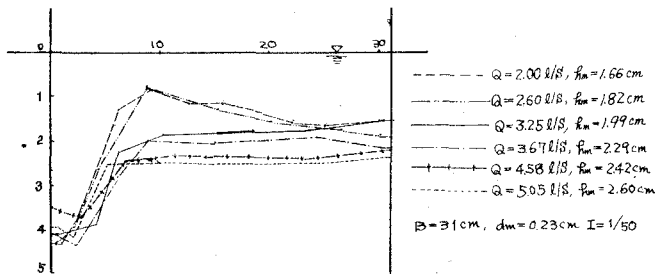
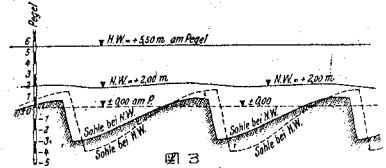


図6 流量の変化による横断形状の変化

Datum der Aufnahme des Querprofils der Weite im Jahre 1913	Wasserstand am Pegel Ausschnitt in m	Höhenunterschied in m zwischen dem höchsten Punkt der Sandbank und dem tiefsten Punkt im Bett		Wasserstand, gemessen nach steigendem Wasser, in m	Höhenunterschied in m zwischen dem höchsten Punkt der Sandbank und dem tiefsten Punkt im Bett	
		linkseitigen eckförmig	rechtseitigen eckförmig		linkseitigen eckförmig	rechtseitigen eckförmig
		ausgebildeten Teile des Querprofils			ausgebildeten Teile des Querprofils	
1	2	3	4	5	6	7
13. VII.	3.80	1,3	3,8	2.50	2,3	3,7
18. "	3.15	1,6	5,4	2.75	2,15	4,8
22. " 4.50	1,6	4,2	3,15	1,6	5,4	
25. "	4.10	1,2	1,4	3,80	1,3	3,8
1. VIII.	2.75	2,15	4,8	4.10	1,2	1,4
7. " 2.50	2,3	3,7	4.50	1,6	4,2	



総数 625
 平均 3.49 cm
 流量 5.3 l/s
 現径 0.23 cm
 水路幅 50 cm
 勾配 1/50

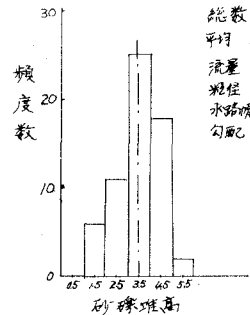


図4 砂礫堆高さのデナリ。

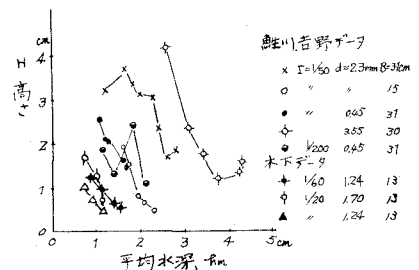


図5 高さや平均水深の関係