

神戸大学工学部 正 員 神吉 和夫

神戸大学工学部 正 員 神田 徹

兵 庫 県 正 員○射場 一晃

1. はじめに 兵庫県南部地震では河川構造物も大きな被害を受けた。神戸の中心部を流れる新湊川の会下山隧道もその一つである。本稿ではわが国初の河川トンネルである会下山隧道建設を含む湊川附換え工事研究の一環として、その水工計画について検討を加える。

2. 湊川附換え計画 神戸と兵庫とを分断する形で流れる湊川の改修は、明治初年以來繰返し計画されている。表-1に湊川改修計画年表を示す。また、図-1に附換え流路の図を示す。

附換え以前の湊川(旧湊川と呼ぶ、図-1の①)は、石井川と天王谷川の合流点を起点として現在の新開地を通り、川崎の浜へと流れていた。旧湊川は上流から流れてくる土砂のため天井川となり、その河床は周辺地盤高より約6m高く、堤防は河床から約3mに及んで交通障害となっていた。また、流れも急で幾度も洪水を起こしている。このため、神戸・兵庫の発展のために旧湊川を取り除く必要があった。

この湊川附換計画が具体的な姿を表すのは明治17年の計画からである。この時の計画流路(図1の②)は、湊川起点より市街地を避けて南下し、荻藻川尻へ抜くものであった。明治21年の計画(図1の③)では流路は会下山の南、皿池の北側を通して荻藻川と合流させるものになった。しかし、この案は会下山南部地区の住民の反対をうける。そして明治29年8月の洪水後の計画(図1の④)で初めて会下山をトンネルで通す流路へと変更された。これが現在の新湊川である。

3. 水工計画 表-1に示す計画書のうち、明治20年以降の計画書においては水理計算等の記録が幾つか残っている。いずれの計画書においてもまず、旧湊川の最大洪水量の算定が行われている。『湊川付換之儀御願』(明治20年)では最大洪水量は次式で計算されている。

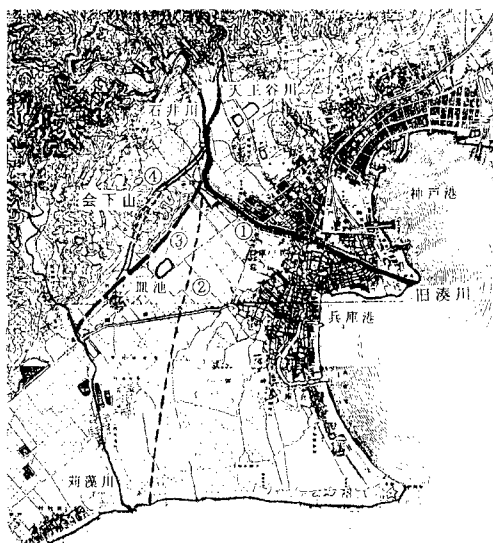
$$\text{一秒時間流速 } V = \sqrt{\frac{1 * (\Omega / x)}{0.000084848 * (1 + \frac{4.125}{\Omega / x})}}$$

$$\text{一秒時間流量 } Q = \Omega * V$$

この式において、 Ω :流路断面積を331.79立方尺、 x :潤辺を98尺として計算し、最大洪水量は毎秒3978.85立方尺(110.61 m^3/s)としている。

表-1 湊川改修計画年表

明治元年	地元の有志が政府要人に現地視察を願う
10年	横浜と神戸の改修の計画にともない、湊川の附換えが世論にのぼり始める
15年	神戸区長、県に附替え工事の実測を願う
17年	『兵庫湊川河道変換之儀』
20年	『兵庫湊川々路変換之儀ニ付諸願』 『湊川附換之儀御願』
21年	『湊川附換之儀再願』
28年	会下山南部地区住民が計画に反対し、陳情書を提出
29年	『湊川附換之義ニ付諸願』 『湊川附換工事之義ニ付上申』 湊川に洪水が起こり、工事許可下りる
30年	『湊川附換工事設計要更之義ニ付諸願』
	起工
34年	竣工

図-1 附換え流路計画図
(明治18年の地図に加筆・修正)

『湊川附替工事之義ニ付上申』（明治29年）では次式が用いられている。

$$\text{一秒時間速度 } V = C\sqrt{RS} \quad , \quad \text{平均速度係数 } C = \frac{41.6 + \frac{0.00281}{S} + \frac{1.811}{n}}{1 + (41.6 + \frac{0.00281}{S}) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

$$\text{一秒時間流量 } Q = AV$$

この式で、A:水路断面積=322.477平方尺、n:摩擦係数=0.03、R:径深=3.5209尺、S:河床勾配=0.0066を与え、最大洪水量は毎秒3008.71立方尺(83.64m³/s)となっている。

『湊川附換工事設計変更之義ニ付願』（明治30年）では以下の五つの計算結果を比較して、最大洪水量を毎秒5000立方尺(139m³/s)と定めている。

①米国の公式: $Q = 200(M)^{5/6}$

②印度の公式: $Q = 1300(M/L^{2/3})$ による計算

[Q:単位流量・立方尺、M:流域面積・平方マイル、
L:流路の直距離・マイル]

③布引溪の最大洪水量を用い、流域面積比から求める

④故老の説に基づき、河床幅と水深を与えて計算

⑤明治29年8月の洪水量を取り調べたもの

明治17年の流速公式については詳しいことは不明。この式は明治21年の計画書でも使用されている。29年の計画書ではセジーの式・クッターの式が使われている。30年のものは洪水量をさらに大きいものとして再度、計算を行ったものである。

4. 河道断面 明治29年の計画書では、計画河道断面が示されている。新河川の計画最大洪水量4000立方尺に対し、上流部(図-2)においては流量4040立方尺とし、下流部(図-3)では河道を広めて流量4773立方尺として常水局(低水路)も設けている。堤防は1:1勾配で芝張工、疊石工あるいは「厚一尺五寸良好粘土質ヲ以テ内斜面ヲ張り」となっている。隧道断面(図-4)も示されているが、円形断面の円積3/4において最大洪水量を流すよう設計されている。図の斜線部には疊石工を用い、アーチ部・側壁部は煉瓦工とされた。

隧道断面はその後、明治30年の計画において馬蹄形へと変更された。図-5にその断面を示す。この図が実際に施工された時の断面と思われる。

5. おわりに 今後、水理計算の不明な点や実際に施工された河道の流量や河道等についてさらに調査・研究を行いたい。

謝辞 資料収集においては神戸市の協力を得た。記して謝辞とする。

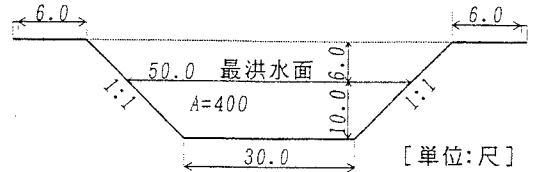


図-2 第一区河道断面図(合流点～隧道口)

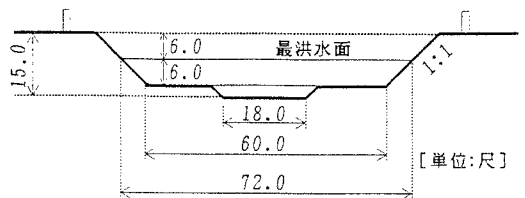


図-3 第四区河道断面図(菊藻川合流点付近)

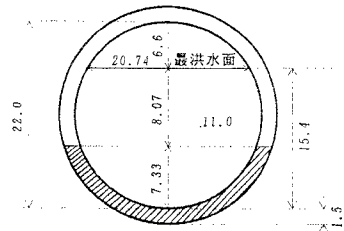


図-4 第二区隧道断面図

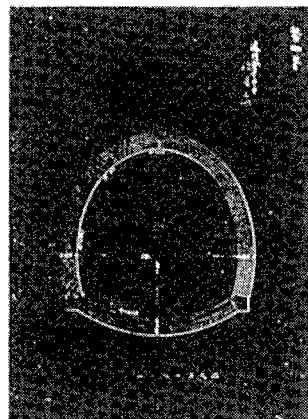


図-5 湊川会下山・下 隧道之図
(湊川附替工事設計書:明治29年4月30日)より