

1. まえがき

最上川は山形、福島県境の吾妻連峰に源を発し、置賜、村山、最上の諸盆地を経て、庄内平野の酒田市（図-1）を貫流し、日本海に注いでいる。最上川河口は冬季波浪と強い季節風により、河口付近に砂州が発達し、これまで昭和33年7月、昭和44年8月の各洪水時に河口内塞等によって水位の上昇を引き起し、右水上にも問題があることから、昭和42年から河口処理検討のための調査及び河口模型実験等を実施してきた。その結果、導流堤で処理する計画とし、昭和52年より試験導流堤を施工してきており、現在まで147m完成している。そこで、本論文は導流堤築造による河口変化と効果について取りまとめたものである。

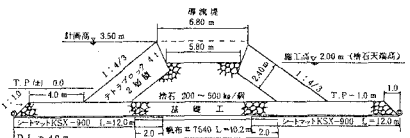
図-1 位置図



2. 試験導流堤の概要

試験施工は模型実験の結果をもとに、試験堤を現地に施工することによって安定性、施工性等の検討を行うと共に、砂州の挙動及び周辺汀線への影響を把握することを目的として、図-2の標準構造でもって施工を行っている。

図-2 標準構造図



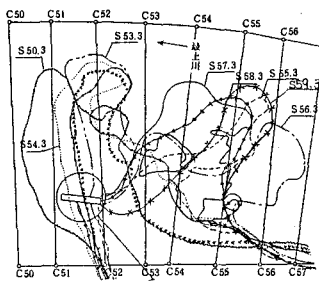
3. 河口特性

汀線変化は冬期に発達し、春期にフラッシュされ、その後秋期まで小規模な発達、後退をくり返すパターンは導流堤設置前後で変わらないが、導流堤延長57m完成してから図-3に示すように砂州の発達方向及び規模が変化してきた。そこで、図-5より河口中、砂州の面積・体積について昭和54年（砂州の変化が顕著になった年）を基準に昭和41年から昭和53年、昭和54年から昭和59年までの平均値（期間内）を用いて比較した。

その結果、河口中については150mから200mまで広がり、また冬期の最小でも50mから100m以上となっている。砂州の面積については35,000㎡から23,200㎡に減少し、体積についても44,800㎡から22,700㎡と半減している。こうした特性は導流堤の進捗と共に安定した河口中となり、また年変化のパターンには大巾な変化が少なくなった。

このように変化が生じた要因として考えられることは、沿岸流の変化、沿岸兼砂量の減少、

図-3 最上川河口砂州移動図



S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57
10m	10m	10m	17m	17m	23m	17m	18m

図-4 河口の諸要素

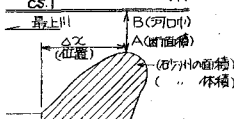
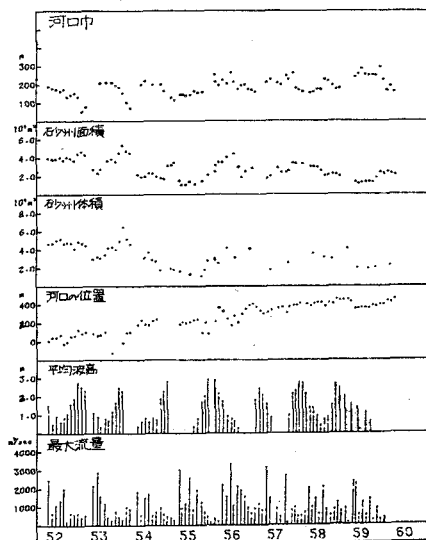


図-5 河口諸量の経年変化図



外海深浅の変化、回折波等の影響が大きいといえる。

4. 導流堤の効果

砂州の変動を見ると導流堤の進捗と共に砂州は後退し、川巾が拡大しており、一見して効果があると考えられる。しかしながら、砂州の変動を支配する主要因は波浪と河川流量である。そこで、最小河口巾、河口断面積と最大流量、平均波高の関係及び河口の変化モデルを適用し、導流堤の効果について検討を行った。

①. 最小河口巾、河口断面積-最大流量、平均波高

図-6～9は最小河口巾及び河口断面積と測定前1ヶ月間の最大流量、平均波高の関係を示したものである。これらの図より、導流堤施工前と比べ河口巾及び河口断面積は拡大する傾向にあり、特に砂州の発達の著しい1月～3月にその傾向が大きい。従って、導流堤施工による効果があると考えられる。

②. 河口変化モデル

河口における砂移動を波浪による流入と河川による排除作用から成るとし、砂州巾を一定とした河口断面積、河口巾の変化モデル(式-1)を参考とした。このモデルは最上川河口のように、木架が一定の場合、(式-2)で表わされる。従って、この式から導流堤の効果(河口巾の拡大)は主として、河川流が原因であるならば E_r の増大の傾向で表わされ、一方、沿岸漂砂の流入阻止の原因(波の影響が小さい)であるならば、 E_w は減少の傾向で表わせると考え、1年毎の再現計算で E_r 及び E_w の最適値を求めた。その結果、表-1及び図-10に示すとおり、 E_w の再現性が良く、しかも導流堤が伸長されるにつれて E_w の減少(図-11)は明らかとなった。

表-1 E_w と E_r の最適値の経年変化

年	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
E_w	0.028	0.014	0.010	0.020	0.018	0.026	0.016	0.020	0.014	0.008	0.008	0.004
E_r	0.20	0.05	0.06	0.65	1.00	0.15	0.05	5.00	0.55	0.55	0.25	0.15

$$(1-\lambda) \frac{dB}{dt} = q_r \cdot B - q_w \cdot B \quad \dots\dots (式-1)$$

式中

q_r : 河川流による排除流砂量 B : 河口巾

q_w : 波浪による流入流砂量 λ : 空隙率

$$(1-\lambda) f \cdot L \frac{dB}{dt} = E_r \cdot Q_B \cdot B - \frac{E_w \cdot Q_w}{L_b} \cdot B \quad \dots\dots (式-2)$$

式中

λ : 空隙率(=0.35) L : 砂州巾(=200m)

B : 河口巾(変数)

Q_B : 河川からの排出流砂量(流量 Q と B の関数)

Q_w : 波浪による流入流砂量(波高・周期・波向の関数)

E_r, E_w : Q_B, Q_w にかかる効率

図-10 再現計算

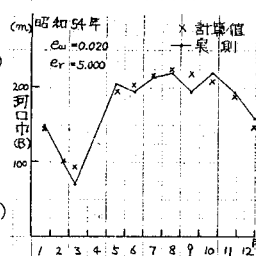
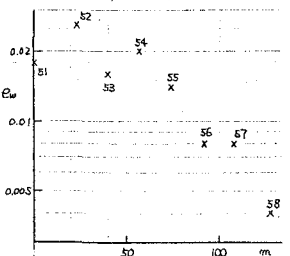


図-11 導流堤長と E_w の関係



5. あとがき

導流堤設置後、河口の変化が顕著に現われ、それを河口変化モデルにより評価できしことは、河口巾を予測することが可能と考えられる。そこで、今後は最上川河口変化モデルの適合性、河口巾の予測、汀線変化の予測及び構造等について検討を行う予定である。なお、本検討に際し、土木研究所河川研究室に多大なる助力、助言を賜った。ここにおいて謝意を表します。