

建設省土木研究所 正 員 ○ 西田 祥文

建設省土木研究所 正 員 須賀 堯三

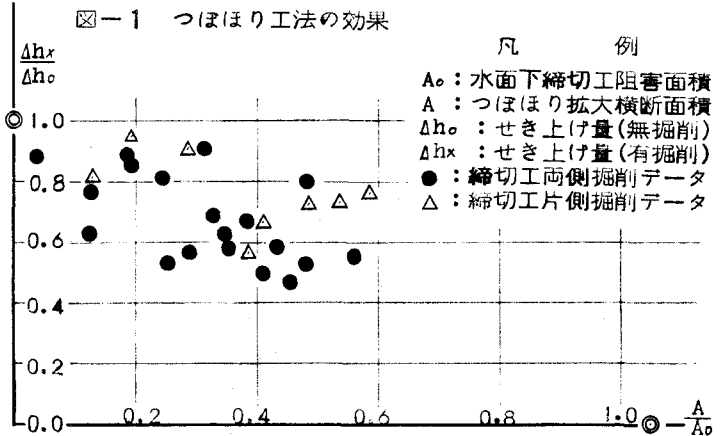
1 近年、河川構造物の大規模化・工期の短縮ならびに土木施工技術および仮締切工法技術の向上等を背景に、仮締切工が大型化する傾向にある。建設省等で施工された仮締切工の中には、全河幅の2～3割も占める締切幅の例や、長さが200 mを越えた実績もある。このような、大型の仮締切工が洪水流に及ぼす影響の中でもとりわけ、①仮締切工による上流水位上昇作用 ②仮締切工周辺の局所洗掘と締切工自体の安全性 ③仮締切工が河岸に及ぼす影響、等が軽視できない問題としてある。土木研究所では、すでに5河川にわたる大型仮締切工の模型実験を実施している。これらの模型実験成果に立脚し直線水路による補足実験を行い、仮締切工による諸影響量の予測と弊害対策工法の確立を試みている。今回はこれらの中から、特に堰上げおよび仮締切工周辺の局所洗掘とその対策工法に焦点をあて報告する。

2 土木研究所で実施した大型仮締切工に関する模型実験は、右表に示すとおりである。これらの模型実験中、利根川河口堰については固定床模型で実験しているが、他の4実験については移動床で実施している。移動床模型の河床構成材料は相似律等の結果より、いずれも比重が1.5前後、平均粒径0.2 mm程度の石炭粉を使用している。

構築構造物 名 称	模 型 縮 尺		土木研究所 資 料 番 号
	水 平	垂 直	
利根川河口堰	1/100	1/20	第138号
北上大堰	1/50	1/30	第460号
長良川河口堰	1/60	1/40	第784号
淀川大堰	1/60	1/60	第879号
阿武隈堰	1/60	1/60	第1241号

いっぽう、補足実験は1.5 m幅の直線矩形水路に、箱型に単純化した仮締切工を配置した。仮締切工は水路幅比20～33.3%、長さが仮締切工幅比100～200%規模のものを8種類使用し、河床材料は平均粒径1 mm前後の2種類の砂を用いた。

3.1 仮締切工による上流せき上げ背水の影響は、治水面および仮締切工の安全性にとって、重要な問題の一つでもある。仮締切工による形状損失は、縮流および下流側の急拡によるエネルギー損失であるが、局部的に複雑な渦の発生がみられ単純ではない。さらに、流れの蛇行性および仮締切工の位置と規模、局所洗掘の進行ならびに水理量等により異なる。



仮締切工上流の堰上げ量緩和工法として、一般につぼほり工法が用いられてきた。図-1は、つぼほり工法に対する実験結果を整理したもので、横軸は仮締切工による流積の阻害面積とつぼほりによる流積拡大面積の比をとっている。同図から特徴的な傾向を見ると、①片側掘削は両側掘削に比べ、その効果は期待できない。また、図からは判読できないが浅く幅広く掘削するよりも、仮締切工周辺を深く掘削することが効果を大きくする。②仮締切工による阻害流積の3割程度のつぼほり断面面積を境にして、その効果は分れる。即ち、3割以上のつぼほりは掘削量の割に堰上げ量の緩和は期待できない。③つぼの形状によっては、流積の拡大が水位上昇をもたらす場合もある。これは、流速エネルギーが位置のエネルギーに置換されたためと判断される。つぼのうめもどしは河床変動特性にもよるが、いずれも1洪水程度では顕著でなかった。

3.2 模型実験と現地における現象との相似性は、非常に興味の深い問題である。幸いなことに、北上大堰模型実験に対し、現地の貴重な観測資料が得られた。縄田の報文によれば、昭和46年10月の出水は堰築造地点で、 $1,200\text{m}^3/\text{s}$ の流量であった。図-2は両者の河床状態を比較したものであるが、両者の主な相違点は①模型実験流量が $300\text{m}^3/\text{s}$ 多かった。②模型では締切工上流隅角部の保護工を施工していたが、現地では無保護であった。この結果、最深洗掘位置は模型実験の場合右岸側に現れているのに対し、現地においては締切工の左側に現れている。この相違の原因は保護工の有無に求められ、模型で左側の異状洗掘が防止され、そのエネルギーが右側にまわったと判断される。この場合、模型実験の相似性・境界条件の相違等を考慮すれば、極めて、現地の現象に近い結果といえよう。

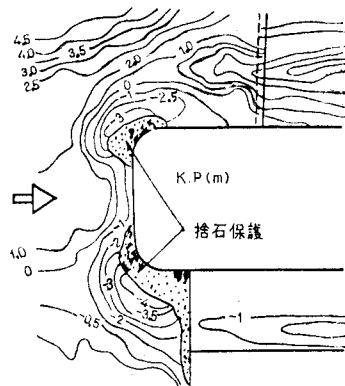


図-2 (a) 模型実験結果河床平面図

3.3 締切工上流壁の上流には、周囲より流速の小さい領域が生ずる。この領域では上流壁に沿った流れが生じ、仮締切工上流隅角部付近で本流と合流する。この付近では、流れの集中と同時に激しい下向流が発生し、局部的な掃流力の増大をもたらす。下向流は上層の含砂量の少ない流水で、河床にとっては補給砂量が少ない。隅角部の局所洗掘の進行に伴い、上流壁沿いの流速は増大し流れの集中と二次流が強化され、隅角部に近い位置から順次洗掘される。

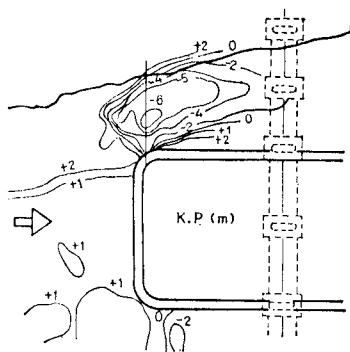


図-2 (b) 現地出水結果河床平面図

3.4 模型実験および補強実験結果を水面からの最大洗掘深 h_s と平均水深 h の比およびフルード数で整理したのが図-3である。図中の直線は、 $h_s/h = k \cdot Fr^2$ ($k \div 4.0$)となる。これらの関係は、限界掃流力・締切工の位置および規模等の要素を考慮するまでに至っていない点で、不十分さが残されている。

従来、締切工周辺の局所洗掘対策工としては、サンドマット工法や導流堤工法が用いられてきた。導流堤工法は捨石を行うため、矢板の打込みに支障を来す難点がある。サンドマット工法は布製の砂袋を連結し、洗掘される場所を被覆する。流水中に置かれたサンドマットには、抗力 D ・摩擦力 F ・揚力 L および重力 W が働く。サンドマットが河床面から浮上しない条件としては $L/W \leq 1$ 、流れ出さない条件としては $D/F \leq 1$ が必要である。このため、揚力を小さく、マットの端のまくれを防止する方法について検討した。マットのおさえとしては塊状よりも棒状のウェイトの方がはるかに効果を発揮する。また、揚力減小方法として砂袋連結布に穴をあける方法が有効である。

導流堤工法は締切工の隅角部や上流壁から突出させ、洗掘位置を締切工から遠ざけ、かつ洗掘深を小さくする方法である。上流隅角部に設ける導流堤は流線方向に突出させないと、河岸に大きな影響を及ぼしたり、導流堤と締切工側壁の不連続部で局所洗掘を生ずる。また、不透過の導流堤は流れの反応が強く、導流堤先端部から発生する激しい局所洗掘を避けるには、締切工幅以上の導流堤が必要となる。これに対し、透過性の導流堤は流れに対し柔軟性があり、強力な渦をも減殺する作用を有する。実験結果によれば、締切工近くの根本部分を不透過、先端部を透過構造とすれば、最大洗掘深の軽減および洗掘範囲の減少等で効果があるばかりでなく、導流堤を短くすることが可能である。

4. 洗掘防止工法として、サンドマットの代用に金網を用いる実験も実施している。この結果を含め、測定資料の解析とまとめは今後実施していく予定である。

1) 縄田照美：土木施工13-6, 1972

