

底面粗度が変化する領域の流れ特性に関する研究—粗面から滑面の場合—

豊橋技術科学大学○学生員 神田 佳一
名古屋大学 正員 高木 不折
豊橋技術科学大学 正員 開発 一郎

1 結言：取水堰下流部河床の局所洗掘を防止するため、種々の護床工が設けられるが、その合理的設計法を確立するには護床工区間における流れの力学的抵抗特性を明らかにする必要がある。田中⁴⁾は堰下流エプロン部から護床工部への遷移部を想定した実験を行ない、滑面から粗面への流れの遷移特性について考察した。本研究はその成果をふまえ、その逆の場合、すなわち河床が粗面状態から滑面状態へと変化する部分での流れの遷移を取扱い、実際の河道での種々の流れの遷移特性を検討する上の基礎となるものである。

2 実験概要：実験に用いた水路は、図1に示す幅40cm、長さ14mの矩形水路である。河床勾配は $1/500$ とし、傾斜部始点から6.44mの区間には、図2に示すモルタル製6脚ブロックを敷設した粗面水路を、その下流には水路下流端までアクリル製滑面水路を設置した。実験は下流滑面部を等流状態とし、水路各断面での水深、流速鉛直分布、乱れ強度分布を測定し、その遷移特性を明らかにするものである。

3 水面形の遷移特性：図3に水面形状の遷移状況の一例を示す。流量は 14.665 l/s 、滑面下流部の等流水深は 6.27 cm である。図中、実線は粗面上でのBressの計算値であり、粗面部分ではほぼ全域にわたって実

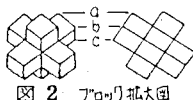


図2 ブロック粗面

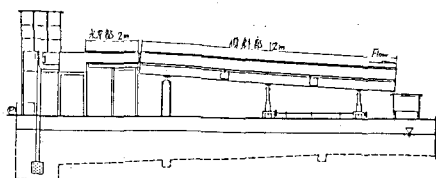


図1 実験水路

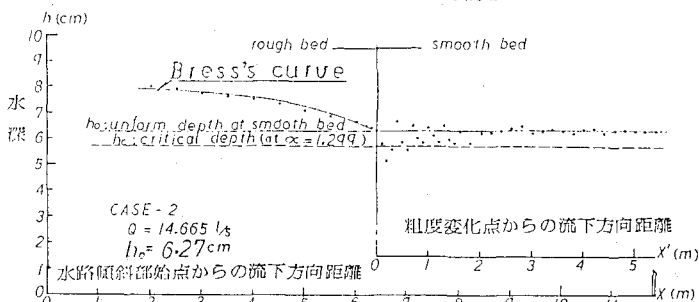


図3 粗面～滑面実験における水面形

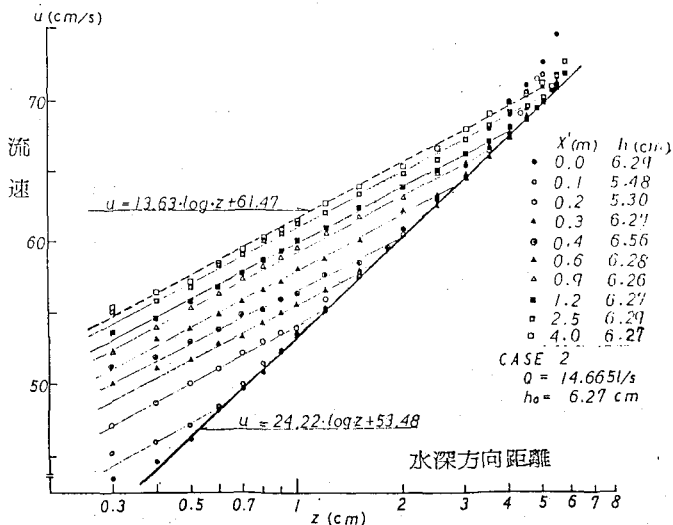


図4 流下方向時間平均流速分布の遷移

測値と一致している。粗度変化点近傍では、約2mの区間にわたって水面の波打ちが見られ、下流等流部へ続いている。これより、水面形状から見た流れの遷移区間はこの波打ち部分約2mと判断されよう。

4 流速分布の遷移特性：図4に各測定断面の時間平均流速の鉛直分布を示す。図中の丸線は粗面上での流速分布、破線はNikuradseの滑面における流速分布公式である。図より、流速分布は粗度変化点より下流にいくにしたがい、粗面状態から滑面状態へと遷移していることが明らかである。遷移領域では、流速分布は粗面上での流速分布形で表現される上層部と、滑面での分布勾配とほぼ等しい勾配を持つ下層部から成っており、流速分布に折れ点が見られる。これは、吉川²⁾の研究に見られたものと同じ底面粗度変化後に生じる内部境界層の上端と思われる。

この境界層の厚さの流下方向への変化を、境界層理論から求めた村重³⁾の計算結果と比較すると図5のようである。図より、内部境界層の発達率は、実測値(黒丸)と計算値は必ずしも一致していないが、定性的には境界層理論で十分説明されうると考えられる。また、内部境界層の発達という観点から見た流速分布の遷移区間は、本実験の場合、約4mであった。

5 乱れ強度分布の遷移特性：乱れ強度分布について、祢津⁴⁾の普遍関数表示を本実験結果に適用したのが図6である。図より乱れ分布においても、粗面乱流状態(A-A)から滑面乱流状態(B-B)への遷移が行なわれており、その遷移区間は約5mであると思われる。以上の結果を田中の粗面-滑面実験と比較して遷移区間の概略値を示すと表1のようである。表より、水面形、流速分布、乱れ分布ともに、粗面-滑面の方が滑面-粗面の場合より長い遷移区間を必要とすることが明らかだが、これは滑面乱流場から粗面乱流場への乱れの拡散より、粗面から滑面への乱れの消散の方がより長い遷移区間が必要であることを示唆している。

【参考文献】 1)田中：豊橋技術科学大学大学院修士論文(1984), 2)吉川他：土木学会論文報告集, 第235号(1975), 3)村重他：第39回年次講演会概要集(1984), 4)祢津：土木学会論文報告集, 第261号(1977)

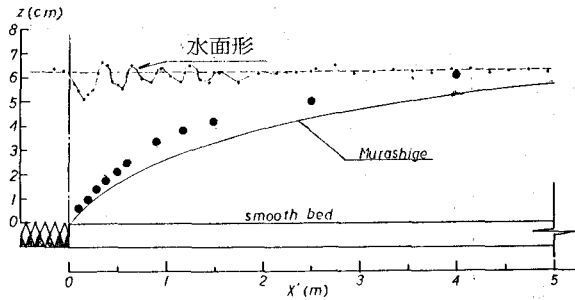


図5 内部境界層の発達

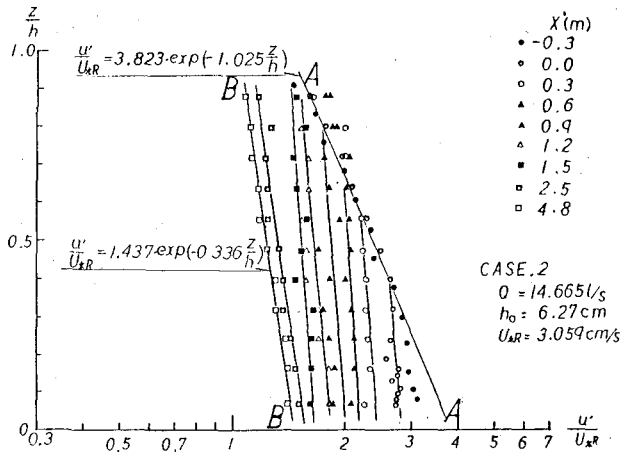


図6 流下方向乱れ強度分布の遷移

表1 流れの遷移区間の比較

	滑面-粗面実験	粗面-滑面実験
水面形	1 m	2 m
時間平均流速鉛直分布	2~3 m	4 m
乱れ強度鉛直分布	3~4 m	4~5 m