

## 【討 議】

## 開水路急拡部の水理学的性状に関する研究

石原 藤次郎・志方俊之 共著

(土木学会論文集第 128 号・昭和 41 年 4 月所載)

討議者：芦田和男（京都大学防災研究所）

〔討議〕筆者は著者らと同じ大学において研究を行なっており、急拡部の水理学的性状に関してはかつて若干研究したこともある関係上、著者らとは絶えず討議を行ない、研究の推進をはかってきた。したがって著者の研究の内容については十分了解しているつもりであるのでここでは質疑ということではなくて、著者らの研究によってこの問題がいかに発展したか、さらに残された問題を解決して一大飛躍をはかるためには今後いかなる方向に進むべきかについて若干私見を述べたいと思う。

開水路急拡部の流れは、エネルギーの変換機構、はく離領域の挙動など水理学的に非常に興味ある問題を含んでいるとともに、水理構造物の設計の上から実用上も重要な問題であって、古くから数多くの研究が行なわれている。こうした問題を水理学的に取り扱う立場としては、エネルギー変換の内部機構、乱れの分布と拡散、それらの 3 次元的な特性など主として内部機構を究明していく立場とはく離領域の形状や流速分布形の実測にもとづいて、遷移水面形状・エネルギー損失・はく離領域の大きさなど急拡部の平均的な諸特性を明らかにしていく立場がある。いうまでもなく、両者相まって、急拡部の水理学的性状の本質が明らかになるものと思われるが、前者についての計測技術上の困難さと後者の立場からの研究で実用的には十分であることが多いために、従来の研究はほとんど後者の立場から行なわれているようである。

筆者もそうした立場から研究を行なった一人であるが、急拡部における水面追跡法を明らかにするために、緩勾配常流遷移について、一次元運動量解析と噴流理論を適用した解析とさらに実験的事実とによって常流遷移の限界・エネルギー損失・はく離領域の形状・その非対称性、流速分布形など急拡部の水理学的諸特性を明らかにした。

著者らは筆者とほぼ同様な立場から研究を行なっており、詳細な実験によって開水路急拡部の流れは拘束された場における噴流と類似のものであるとの考えを持ち、この考えにもとづいて流れの示す挙動をモデル化して解

析的研究を展開し、遷移の分類・エネルギー損失・流速分布・はく離領域の形状など急拡部の水理特性を種々の角度から明らかにし、筆者の行なった研究をさらに発展させて一次元運動量解析と噴流理論適用の手法によって達しうるほぼ限界の域にまで進んでいるとみられるが、特に注目すべき諸点はつぎのとおりである。

(1) 開水路急拡部の遷移現象について系統的な考察を行ない、特に緩勾配水路の常流遷移、射流遷移に対し、エネルギー損失を明らかにするとともに遷移の分類を行ない、常流遷移と射流遷移の中間に新たに不安定遷移を設けた。

(2) 急拡部に形成される逆流域、渦動域・拡散域などを区別して、実際にかなり忠実な急拡部流れのモデルを設定して従来に比してより厳密な解析を進め、はく離領域の形状や流速分布形を明らかにした。

(3) 噴流拡散に対する下流水路側壁による拘束効果を表わす一つの実験的パラメーターを導入して開水路急拡部の流れの特性を説明した。

(4) 急拡部のはく離領域は一般には非対称であるが、これはいわゆる Coanda 効果によるものと考え、非対称流れのモデルを設定して解析を進め、噴流のわん曲による遠心力の噴流拡散に対する抑制効果と逆流補給に関する側壁の拘束効果とを、実験的パラメーターである拘束係数の増加で説明した。

以上要するに本論文は、従来の研究を種々の点において進めており、かつ十分な実用性を持つ価値あるものと認められるが、さらに新しい展開をはかってこの分野の研究を一段と進めるために、著者らと常日頃の討議を通じて得られたつぎの諸点を指摘しておきたい。

(1) 急拡部における乱れの分布の直接測定や拡散に関する詳細な実験によって、エネルギー変換の内部機構や拡散に対する水路側壁の拘束効果を直接明らかにすることが今後の課題である。拡散に対する水路側壁の効果に対する研究は一樣水路の場合について岩佐、今本氏らによって進められつつあるが、このような研究がさらに推進されることを期待したい。こうした approach によって、本論に採用されたモデルの妥当性、および拘束係

数の定量的な評価を直接検討することができよう。

(2) 縦横断方向の圧力分布や遠心力が拡散におよぼす影響を明らかにすることは今後に残された重要な課題である。

(3) 急拡部における洗掘現象との関連においては、三次元的な水理特性が特に重要であるので、今後こうした点に注目して研究を推進することが必要である。

(4) 急拡部の不安定遷移に関連して、波状跳水の発生限界を解析的に求め、その物理性を明確にすることも今後に残された重要な課題である。

注: 本討議に対する回答は原著者より原稿の提出があり次第掲載します。

(論文集編集委員会)

## 論文集への討議について

論文集編集委員会では、論文集に掲載した全論文に対しての討議を受けておりますので、討議をされる方は下記の要項をご参照のうえ論文集編集委員会あてご提出下さい。

### 記

1. 討議は論文集掲載全論文を対象とします。
2. 討議の受付は論文集掲載後6ヵ月以内とします。
3. 討議原稿を提出するときは学会原稿用紙に必要事項を記入のうえ論文集編集委員会あてご提出下さい。
4. 討議原稿の取扱いは論文編集委員会にご一任下さい。
5. 討議に関する問合せは論文集編集委員会へご連絡下さい。

### 昭和41年度土木学会論文集編集委員会

委員長 委員 青木 秋山 板倉 ○池田 岩井 岩橋 宇都 尾坂 尾仲 大月 川上 川崎 委員兼幹事 西脇威夫	村上 永一 青木 政興 忠康 彦平 二 一 馬 芳 章 士 喜 久 司 西	副委員長 委員 神田 角田 工藤 工藤 国広 小林 是枝 佐々木 沢口 沢田 桜井 白石	○都淳一 田直行 藤尚男 藤和夫 廣哲夫 一輔 忍 道夫 昌利 健吉 彰雄 成人	委員 鈴木 田中 塙山 堤 樋 戸田 永井 永倉 南部 中村 中野	○鶴祐之 慶七郎 淳七郎 一 東一郎 嘉明 靖郎 正 祥一 英夫 昭	委員 西野 ○西野 西沼 長谷川 伯野 服部 森持 永山 内山 ○印	文雄 夫仲淳一 啓 田嶽一郎 鎌一彦 元昌太郎 田昌太郎 部時竜一郎 本利彦 利充博彦 利彦
---	--	---	---	--	--	--	--

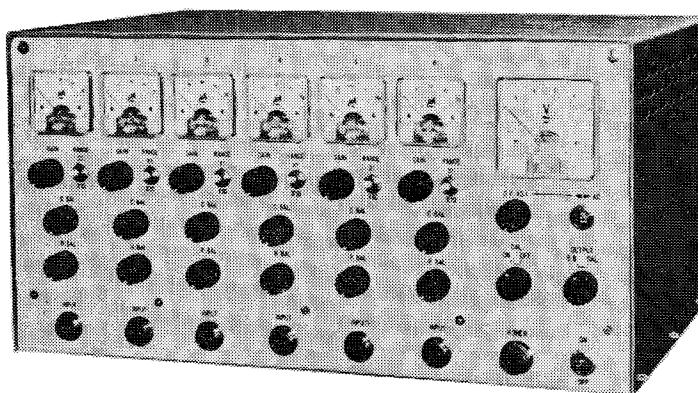
昭和41年11月15日印刷  
昭和41年11月20日発行 土木学会論文集 第135号 定価200円(税20円)

編集兼発行者 東京都新宿区四谷一丁目  
印刷者 東京都港区赤坂1-3-6  
社団法人 土木学会 羽田巖  
株式会社 技報堂 大沼正吉

発行所 社団法人 土木学会 振替東京 16828番

東京都新宿郵便局区内 新宿区四谷一丁目 電話(35)代表 5138番

# 水理実験波高解析にどうぞ!!



(CA-101型 水位計増幅器)

☆波高計(抵抗式)と記録器をつなげばOK

カタログ請求先

☆簡単な取扱いで直線性良好

**計測技研株式会社**

☆価格低廉

東京都武藏野市中町1丁目28番地3号

☆豊富な納入実績を持っています

TEL (0422) (51) 8958

# MARUI

短時間 厚さ及び構造物の弾性係数が判定 できる

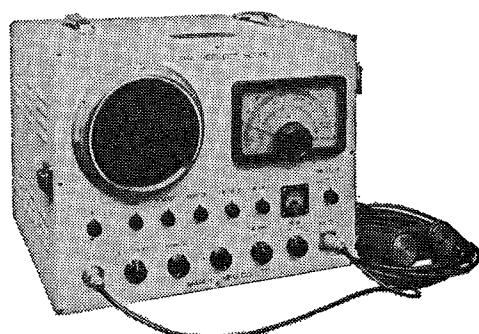
- ① 時間の節約になります (時代に即応)
- ② 正確な判断の参考資料となります
- ③ 無破壊で常に測定出来ます

## 用 途

- 型枠取除き判定 (経済助力となる)
- グム・コンクリート等の品質管理
- 道路隧道の厚さ及ボイドの判定
- コンクリートの経年変化・強度の推定等

## 営業品目

セメント・コンクリート・土質・アスファルト  
水理各試験機・無破壊試験器・計量器・各種材料試験機



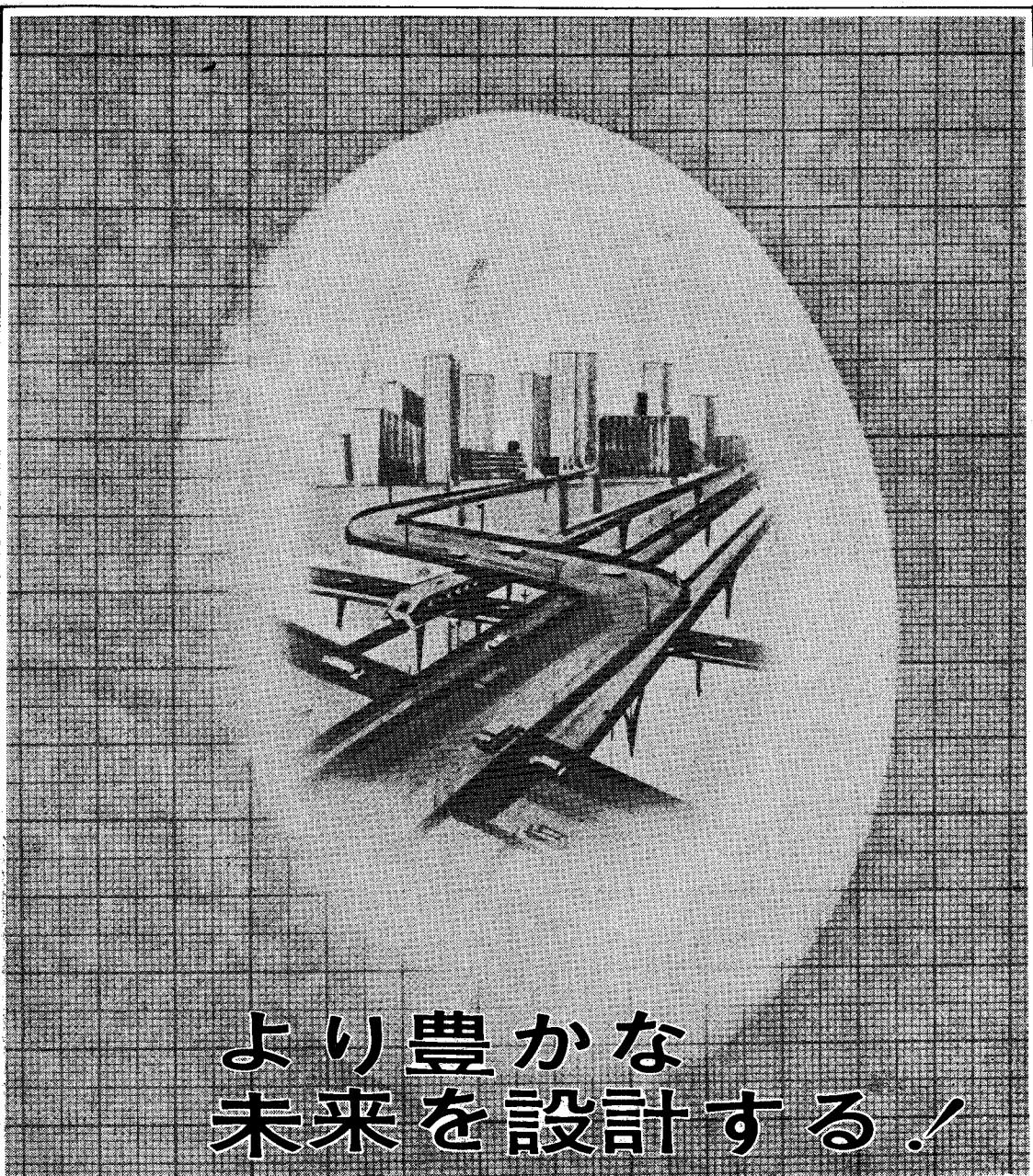
超音波反射測定器

 株式会社 圆井製作所

本 社 大阪市城東区蒲生町4-10番地  
東京出張所 電話 大阪 931-3541 (番代表)  
東京都港区西新橋3-9-5 (吉田ビル)  
電話 東京 431-7563 番

昭和四十七年五月二十一日第三種郵便物認可  
毎月二十日発行

土学会論文集第一三五号



# より豊かな 未来を設計する!

交通事業・プラント建設事業及びあらゆる産業の土木建築施設の  
計画・調査・測量・設計・施工管理

●土木部門

建設コンサルタント登録 / 登録年月日 昭和39年12月8日 / 登録番号 第39-140号

測量業登録 / 登録年月日 昭和40年11月8日 / 登録番号 登録第(1)-1467号

●建築部門

一級建築士事務所登録 / 登録年月日 昭和40年9月25日 / 東京都知事登録 第5566号

## 東日建設コンサルタント株式会社

本社 / 東京都千代田区丸ノ内1-4(新丸ビル)(株式会社日立製作所内) 電話 東京(212)1111(大代表)

建築部門 / 同上

土木部門 / 東京都千代田区神田駿河台4の6 電話 東京(255)1011(代表) (旧日立シビルコンサルタント(株))

茨城事務所 / 茨城県日立市幸町3-1-1 電話 日立(2)1111(大代表)

大阪出張所 / 大阪市大淀区長柄中通り3の3 電話 大阪(351)6926

名古屋出張所 / 名古屋市中区栄3-17-12 日立製作所名古屋営業所内 電話 名古屋(251)3111(大代表)

定 二 百 円