

EM 1110-2-1416
1993年10月15日

アメリカ合衆国工兵隊

工学技術と設計

河川水理学 エンジニア・マニュアル

2004年10月



(財)河川環境管理財団

この「河川水理学エンジニア・マニュアル」は、アメリカ合衆国陸軍工兵隊から了解をいただいて、(財) 河川環境管理財団が翻訳したものです。

CECW-EH-Y エンジニア・マニュアル 1110-2-1416	陸軍 合衆国陸軍工兵隊 ワシントン DC 20314-1000	EM 1110-2-1416 1993年10月15日
	工学技術と設計 「河川水理学」	
	配布制限宣言 一般公開承認済み、配布に制限はない。	



US Army Corps
of Engineers

EM 1110-2-1416
15 October 1993

ENGINEERING AND DESIGN

River Hydraulics

ENGINEER MANUAL

CECW-EH-Y Enginner Manual 1110-2-1416	Department of the Army U.S. Army Corps of Engineers Washington, DC 20314-1000	EM 1110-2-1416 15 October 1993
	Engineering and Design RIVER HYDRAULICS	
	Distribution Restriction Statement Approved for public release; distribution is unlimited.	

翻訳版の発行にあたって

今年の2月、科学技術文献速報（土木・建築工学篇）、（vol. 45. no. 10, 2003年1月）を見て、米国陸軍工兵隊の「河川水理学」に関するエンジニアリング・マニュアルが発行されていることを知り、早速コピーを取り寄せて見ましたら、河川の流れを解析するための基本的な技術が実地に有効に使うことができるように、整理されて記載されており、これが10年も前に工兵隊で適用されていたことに驚きました。

このマニュアルを河川管理に携わっておられる方々に見て頂ければ、我が国の河川管理に役立つのではないかと考えまして、河川環境管理財団に翻訳をして貰い、関係の方々への配布をお願い致しましたところ、快諾を頂き、配布の運びになりました。

このマニュアルの内容および工兵隊の作成の意図等につきましては目次および第1章を見て頂ければ、適切に示されていますので、是非御一読をお願い申し上げます。

近年「環境」および「住民との対話」などが、従来の管理目標に加えて、河川管理の重要な視点として取り挙げられておりますが、このような視点を重視した施策の具現、ならびにその評価および影響等に関しては、従来より一層河川での流れの把握が重要となりますので、このマニュアルの重要性、有効性が痛感されます。極く簡単な例として、河道内での生態環境を考えると、河道に沿った流れの一次元解析ではほとんど役に立たないでしょう。

新たな価値観を重視した河川管理では、具体的な施策の実施には流れの水理学および流砂の水理学等の支援が従来にも増して必要となりますので、是非このような基礎技術に関する認識を深めて、適切に対処されることが望まれます。

さらに、一言付け加えますと、このマニュアルには、我が国の河川管理技術の向上にヒントになることが多々あると思いますので、熟考されて、我が国の河川整備の進展に役立てて頂ければと想っております。

2003年7月

研究顧問

吉川 秀夫

アメリカ合衆国工兵隊
ワシントン DC 20314-1000

EM 1110-2-1416

CECW-EH-Y
マニュアル番号
1110-2-1416

1993 年 10 月 15 日

工学技術と設計
河川水理学

1. 目的 このマニュアルは、自然の河川系における開水路の流れを解析するための基本原則と技術的手順を示すものです。
2. 適用 この指針は、HQUSACE（合衆国陸軍工兵隊本部）の分隊、主な下部指令部、実験室、および土木作業を任務とする野外作戦行動に適用されます。
3. このマニュアルに記載されている手順は、プロジェクトの計画立案、解析、および設計に適しており、また工兵隊が実行する作戦にとって有効と考えられるものです。数値モデルの適切な用途や選択方法が明確になるよう、基本理論を必要に応じて提示しています。また、このマニュアルには、これまでの数値モデルを、河川水理学および対応する現地所見に対して適用した結果も併せて記載しました。

司令官殿：

ウィリアム・D・ブラウン
工兵隊、大佐
参謀長

工学技術と設計
河川水理学

目 次

主題	項	ページ	主題	項	ページ
第 1 章			第 4 章		
はじめに			流れの多次元解析		
目的	1-1	1-1	はじめに	4-1	4-1
適用範囲	1-2	1-1	一次元解析の限界	4-2	4-1
適用	1-3	1-1	流れの式	4-3	4-1
参考文献	1-4	1-1	用語の意義	4-4	4-2
河川水理学研究の必要性	1-5	1-1	流れの式の利用	4-5	4-2
研究方法の概要	1-6	1-1	二次元流の条件	4-6	4-3
このマニュアルの構成	1-7	1-2	利用可能なコンピュータ・プログラム	4-7	4-4
			データ要件	4-8	4-5
			データの作成およびモデルの較正	4-9	4-6
			適用例	4-10	4-7
第 2 章					
河川水理学の紹介			第 5 章		
はじめに	2-1	2-1	非定常流		
流れの次元に関する問題	2-2	2-1	はじめに	5-1	5-1
水波	2-3	2-2			
流れの分類	2-4	2-4	セクション I		
流れの形態	2-5	2-7	非定常流モデルの適用		
流れの種類	2-6	2-7	定常流モデルと非定常流モデル	5-2	5-1
流れ形状の分類	2-7	2-9	非定常流解析が必要となる条件	5-3	5-2
河川水理学の基本原則	2-8	2-9	形状	5-4	5-3
			支配断面	5-5	5-5
第 3 章			境界条件	5-6	5-5
水理学研究の計画編成			河川系のモデリングにおける作業段階	5-7	5-9
初期の問題	3-1	3-1	観測されたデータの精度	5-8	5-11
河川水理学研究の実施技術の概要	3-2	3-1	較正と検証	5-9	5-16
水理学の各構成要素の解析	3-3	3-4	非定常流モデルの応用例	5-10	5-17
データ要件	3-4	3-4			
水理学的解析モデルの較正	3-5	3-11			
解析モデル選択のガイドライン	3-6	3-13			

セクション II		
追跡モデルの理論		
はじめに	5-11	5-17
非定常流モデル	5-12	5-23
拡散モデル	5-13	5-28
キネマティック・ウェイブモデル	5-14	5-29
近似的な水理学モデルの精度	5-15	5-29
Muskingum-Cunge モデル	5-16	5-30
水文学的な追跡スキーム	5-17	5-30

第 6 章

定常流—水面形

セクション I		
はじめに		
適用範囲	6-1	6-1
研究方法の仮定	6-2	6-1
標準的なステップによる解	6-3	6-1
適用可能な範囲	6-4	6-2
定常流の水面高研究の一例	6-5	6-3
セクション II		
データ要件		
データ要件の手引き	6-6	6-4
流動様式	6-7	6-5
開始条件	6-8	6-5
セクション III		
モデルの開発		
データ源	6-9	6-5
データと水面形の精度	6-10	6-6
モデルの較正と検証	6-11	6-7
セクション IV		
特殊な問題		
特殊な問題の手引き	6-12	6-13
橋の水理学	6-13	6-13
暗渠の水理学	6-14	6-16
有効な流れの限界	6-15	6-18
河道の支配断面	6-16	6-19
河川の合流点	6-17	6-19
流動様式の変更	6-18	6-19
氷に覆われた水流	6-19	6-23

第 7 章

移動する境界に伴う水面形

セクション I		
はじめに		
固定床と移動床の計算の 相似点と相違点	7-1	7-1
セクション II		
理論的な根拠		
流砂量関数	7-2	7-1
セクション III		
データ要件		
データ要件の概要	7-3	7-4
形状データ	7-4	7-5
河床土砂データ	7-5	7-7
境界条件データ	7-6	7-7
データの入手先	7-7	7-11
データと水面形の精度	7-8	7-14
セクション IV		
モデルの確定と利用		
モデルの性能	7-9	7-14
基本試験の開発と代案の解析	7-10	7-18
セクション V		
コンピュータ・プログラム		
はじめに	7-11	7-19
河川と貯水池における洗掘と 堆積 (HEC-6)	7-12	7-19
開水路流れと堆積 (TABS-2)	7-13	7-20

付録 A

参考文献

付録 B

用語集

付録 C

研究の計画立案と報告書の作成		
水理学研究の作業計画の作成	C-1	C-1
報告書の要件	C-2	C-2
水文工学研究のチェックリスト	C-3	C-4
書類作成のチェックリスト	C-4	C-4
本調査（実行可能性調査）における水 文工学管理計画の事例（HEC-1 および HEC-2 を使用した水害の低減）	C-5	C-4
非定常流の包括的研究計画－ 漸変流解析（TABS-2）	C-6	C-9

付録 D

河川モデリング－
経験から学んだ教訓

セクション I

河川形状の定義のための手引き		
序論	D-1	D-1
形状データ	D-2	D-1

流れの形状を定義するための

断面データの作成	D-3	D-3
解析法の必要条件を満た すための断面データの作成	D-4	D-6
断面データの精度を決定する ための計算結果の再検討	D-5	D-7
断面データの作成における その他の問題	D-6	D-7
構造物による流れの形状の モデル化	D-7	D-7
到達距離データの設定	D-8	D-12
横断面と到達長をえるため 調査方法	D-9	D-14

セクション II

エネルギー損失係数 河川の状態によるマニングの n 値の変化	D-10	D-15
n 値の評価	D-11	D-17
拡大・収縮損失	D-12	D-22