

流量観測の高度化マニュアル

(高水流量観測編)

Ver1.2

目次

1. 流量観測の高度化について.....	1
1.1 概説	1
1.2 浮子測法との比較.....	2
2. ADCP による高水流量観測	4
2.1 はじめに	4
2.2 観測船	6
2.3 洪水流量観測方法.....	11
2.4 安全対策	25
3. 固定設置型流量観測の概要.....	28
3.1 はじめに	28
3.2 固定設置型流速計の形式および特徴.....	29
3.3 固定設置型流量観測の特徴.....	32
3.4 固定設置型流量観測の概要.....	33
3.5 河床高の計測.....	35
3.6 流速補正係数の算出.....	38
3.7 風の影響補正.....	40
3.8 観測測線及び区分断面の設定.....	44
3.9 流量の算出	45
4. 電波流速計による観測.....	46
4.1 計測原理	46
4.2 観測位置の選定.....	48
4.3 電波流速計の出荷時の精度管理.....	50
4.4 観測データの管理.....	51
4.5 電波流速計についての保守点検.....	52
5. 画像処理型流速測定法による観測.....	57

5.1	画像処理型流速測定法の概要	57
5.2	標定点の設置	61
5.3	幾何補正精度	62
5.4	STIV による流速解析	63
5.5	Float-PTV による流速解析	67
5.6	欠測値の補間	68

Appendix A 橋上操作型 ADCP 流量観測システムの詳細

A-1.	総説	A_1
A-1.1	ADCP による流量観測手法の特長	A_1
A-1.2	本手法の適用範囲	A_1
A-2.	観測機器の構成	A_3
①	ADCP	A_3
②	VRS-RTK-GNSS	A_3
③	GNSS コンパス	A_4
④	データ転送装置	A_4
⑤	橋上操作艇	A_4
⑥	現場仕様のノート P C	A_4
⑦	音響測深器	A_4
⑧	トータルステーション	A_4
A-2.1	標準的なシステム観測構成	A_5
A-2.2	使用機器の概要	A_8
A-2.3	観測船	A_20
A-3.	洪水流量観測方法	A_26
A-3.1	流量観測の原理	A_26
A-3.2	観測機器のセットアップと通信確認	A_27
A-3.3	係留・曳航装備のセットアップ	A_33
A-3.4	ADCP データの収録開始	A_41
	【発信の開始と終了 (F4 キー)】	A_44
	【記録の開始と終了 (F5 キー)】	A_44
A-3.5	観測コマンドの作成	A_45
A-3.6	観測体制	A_54
A-3.7	観測回数	A_55
A-3.8	観測範囲	A_55

A-3.9	横断速度	A_55
A-3.10	観測野帳の記録	A_56
A-3.11	予備観測（平常時）	A_61
A-3.12	安全管理（5.安全管理に詳述）	A_61
A-4.	精度管理	A_62
A-4.1	観測前の機器点検	A_62
A-4.2	流速検定について	A_62
A-4.3	観測前の簡易点検について	A_64
A-4.4	流速データ取得精度の評価方法について	A_65
A-5.	安全対策	A_67
A-5.1	安全対策計画書の作成	A_67
A-5.2	機器の流出対策	A_70
A-5.3	機器流出時の対応	A_70
A-6.	観測データの処理と流量算出	A_71
A-6.1	データ処理のフロー	A_71
A-6.2	観測野帳の整理	A_72
A-6.3	WinRiver での観測データのチェック	A_73
A-6.4	テキストデータの出力	A_75
A-6.5	未測エリアの補完	A_75
A-6.6	航跡ベクトル図と断面コンタ図の描画	A_87
A-6.7	流量の算出	A_87
A-6.8	流量算出結果のサンプル	A_88
A-7.	業務発注仕様書案および積算事例	A_89
A-7.1	仕様書案	A_89
A-7.2	標準的な積算方法	A_91

Appendix B ADCP テクニカルマニュアル

B-1	ADCP のテクニカルマニュアル	B_1
B-1.1	Teledyne RD Instruments 社製 ADCP の概要	B_1
B-1.2	ADCP 開発の歴史と河川分野での活用について	B_1
B-1.3	ADCP の計測原理	B_2
B-1.4	ADCP の測定不能域	B_11
B-1.5	層厚と計測レンジについて	B_13

B-1.6	ボトムレンジについて	B_15
B-1.7	流速精度の考え方	B_18
B-1.8	データ取得時間	B_21
B-1.9	プロファイルモードの違い	B_21
B-1.10	データクオリティーの指標	B_22
B-1.11	ADCP の機種とオプション	B_26
B-1.12	ビームクリアランスについて	B_31
B-1.13	内部診断テスト	B_32
B-1.14	コンパスキャリブレーション	B_35
B-1.15	One-Cycle Compass Correction 方法 2	B_39
B-1.16	データ処理の詳細手順	B_48
B-2	ADCP コマンドマニュアル	B_55
B-2.1	ADCP のコマンド体系	B_55
B-2.2	点検・検査時に使用するコマンド	B_55
B-2.3	観測時に設定するコマンド	B_56
B-2.4	一般的なコマンドの説明	B_58
B-3	【用語集】	B_71

Appendix C 電波流速計の詳細

C-1.	電波流速計の計測原理	C_1
C-2.	電波流速計のハードウェア	C_3
C-3.	電波流速計の計測フロー	C_4
C-4.	電波式流速計の仕様	C_5
C-5.	電波式流速計の検定	C_7
C-6.	電波式流速計観測に関する今後の取り組み	C_8

Appendix D CCTV カメラを活用した流量観測

D-I	CCTV カメラを活用した流量観測（観測編）	D-I_1
-----	------------------------	-------

D-Ⅱ. CCTV カメラを活用した流量観測（解析編）	D-Ⅱ_1
-----------------------------------	-------

Appendix E 遠赤外線カメラを活用した流量観測

E. 遠赤外線カメラを活用した流量観測.....	E_1
--------------------------	-----

序文

河川の流量観測データは、河川・水資源の計画・管理に必要不可欠の資料である。しかし、我が国の河川は、環太平洋変動帯としての急峻な地形・脆弱な地質特性と、アジアモンスーン気候帯としての激しい豪雨特性の相乗効果として、多くの土砂流出・流木を伴う急激な増水など、低水から洪水に至るまでに激しく流況が変化する水文特性を有する。このことから、我が国では、流速断面積法を基本としつつも、低水時には可搬型流速計を直接流水中に投入する方法を採用する一方で、洪水時には幅広い流況に最も安全確実に対応できる浮子測法を採用することを基本とした流量観測技術体系が、昭和 20 年代後半から 30 年代にかけて確立し、全国に分布する多様な水理水文特性を有する河川における長期にわたる安定した品質での流量観測資料の収集・蓄積に寄与してきた。

しかしながら、これらの現行技術は人力に頼る部分が多く、流量観測業務を実施する現場の河川管理の人員体制・予算を含むリソースが昭和 30 年代から大きく変化している中で、現在では、実際の運用に当たって何らかの課題を抱えている場合が少なくない。さらに近年では、迅速な情報公開と観測データの一定品質の確保の両立を求められるようになっており、流量観測を巡る環境は厳しさを増している。

また、昭和 30 年代当時は利用できる観測機器が限られ、特に洪水時の流れの特性について限定された観測データや知見に依拠せざるを得なかったことも事実である。それから約半世紀を経て、従来不可能と考えられていた洪水流水中の 3 次元流速分布や河床地形の計測技術や、流水表面の流速を無人で連続的に計測する計測技術等が、今や利用可能となり、洪水時の流速分布や河床地形変化についての知見も蓄積され始めている。それらの現在利用可能な観測技術や知見を有効に活用し、河川の流れの実態をより良く把握することで流量をよりの確に観測する技術を確立することが必要である。

本マニュアルは、上記の問題意識を踏まえ、近年実用的に利用可能となってきた新しい計測技術の特性・限界を把握した上で適材適所で有効に活用しつつ、これからの流量観測技術の基本となり得るいくつかの次世代の観測手法について、その概要と具体的な準備・作業・データ処理等の手順案をとりまとめたものである。いずれの方法についても、現段階では実用に当たって全く課題なしとはしないが、実際に現場に適用しながら改善を進めることで、より幅広い水理水文条件下において実用化を進めていくことができる段階に来ていると考える。

謝辞

本マニュアルの作成に当たっては、国立研究開発法人土木研究所が国土交通省水管理・国土保全局ならびに国土技術政策総合研究所と連携して進めてきた流量観測技術の高度化研究のこれまでの成果を活用している。これらの成果の多くは、国土交通省が所管する河川管理の現場における試験観測成果が基盤となっており、貴重な知見を提供し、また活発な議論をいただいた以下の国土交通省関係各位に、感謝申し上げます。

水管理・国土保全局 河川計画課

国土技術政策総合研究所 河川部

関東地方整備局 本局、下館河川事務所、利根川上流河川事務所、甲府河川国道事務所

北陸地方整備局 本局、高田河川国道事務所、信濃川下流河川事務所

四国地方整備局 徳島河川国道事務所

九州地方整備局 本局

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム

また、個別の技術に関して、土木学会水工学委員会流量観測技術高度化小委員会、水文・水資源学会研究グループ「河川流量観測高精度化研究会」をはじめとする多くの研究者・技術者の知見を参考にさせていただいた。特に、貴重なご助言をいただいた、藤田一郎（神戸大学）、二瓶泰雄（東京理科大学）、渡邊康玄（北見工業大学）、手計太一（富山県立大学）、吉川泰弘（北見工業大学）、中尾忠彦（河川情報センター）、本永良樹（河川情報センター）、橘田隆史（株式会社ハイドロシステム開発）、井上拓也（株式会社水文環境）、目黒嗣樹（情報企画室）、吉田美幸（情報企画室）（いずれも敬称略）の各位に対し、ここに記して深く感謝申し上げます。

国立研究開発法人 土木研究所 水工研究グループ 水文チーム

上席研究員 笛田 俊治

主任研究員 萬矢 敦啓

研 究 員 工藤 俊

注意

○Ver1.2 は高水流量観測編としてまとめている。低水流量観測については以降の改訂版に記載する予定である。

○流量観測の高度化において使用する固定設置型流速計は、電波流速計、画像解析、H-ADCP を考えている。Ver1.2 では、電波流速計、画像解析について説明する。H-ADCP については以降の改訂版にて随時記載していく。