
はじめに

平成の時代に入り社会経済状況の変化は、河川に関わる産・官・学・民の技術者集団の相対的位置関係や役割分担の変化を促し、急速に変わりつつあります。また、内務省時代の直轄技術体系が終焉し、現在、河川技術の再編成、維持管理を担う組織の整備と維持管理情報のIT化、システム化が進められています。

筆者の職場である公益財団法人 河川財団では、主要調査研究課題の一つとして、河川管理施設の維持管理に関する調査研究を重点的に取り上げ実施してきました。膨大な量に達した既存ストックの維持管理の高度化による河川構造物の延命化、維持管理費用の低減が望まれており、維持管理システムの体系化、合理化、情報化が急務であるからです。中でも、堤防植生管理、堤防を含めた河川構造物の維持管理、河道の維持管理について受託調査業務や自主研究事業で重点的に取り組んできました。

堤防は、常に変化する長い河川河道に沿って築堤された構造物であり、被災を受けて実践を重ね、改良してきた長い治水の歴史の産物です。その技術は経験的色彩が強いものでした。

しかしながら、高度経済成長以来、氾濫原において人口および資産が集中し、破堤による被害規模を著しく増大させ、国土保全の観点から堤防の機能および安全性を評価し、必要な堤防強化を行い、堤防の維持管理体制の明示化・システム化し得る堤防技術の工学化が求められました。

本書では、河川管理施設として最も重要であり、かつ合理的機能評価が難しい堤防を取り上げ、現堤防技術の到達点を技術の変遷史として記し、さらに今後の技術の方向について述べたいと思います。

目 次

はじめに	i
第 1 章 序 論	1
1.1 河川堤防を取り上げる理由	1
1.2 河川堤防の技術とは何か	2
1.3 河川堤防の技術項目と検討法	3
第 2 章 古代から近世初頭までの堤防技術	5
2.1 古代・中世の堤防技術	5
2.2 中世末から近世初頭の堤防技術	11
2.3 戦国末期から幕藩体制確立期の治水技術の性格	24
第 3 章 幕藩体制下の堤防技術	33
3.1 幕藩体制下の治水と治水制度	33
3.2 地方書・定法書の出現とその役割	43
3.3 堤防の構造と配置	48
3.4 幕藩体制下の川除普請の性格	80

第4章	近代技術の導入とその消化	
	—明治の初期から中期まで—	93
<hr/>		
4.1	治水制度の改革と治水法規	93
4.2	欧米からの技術導入とその展開	99
4.3	デレーケの常願寺川改修計画における堤防と護岸工法	109
4.4	欧米河川技術の受容	122
4.5	欧米河川技術の消化とその実践	123
4.6	明治中期の近代堤防技術批判	125
第5章	河川法の制定と直轄高水工事	
	—明治中期から末期まで—	133
<hr/>		
5.1	河川法の制定	133
5.2	国内物資輸送体系の変化	136
5.3	内務省直轄改修計画の特徴	138
第6章	産業構造の変化とその対応	
	—明治43年大洪水から昭和の初めまで—	159
<hr/>		
6.1	明治43年の大水害と臨時治水調査会	159
6.2	社会経済状況の変化がもたらした技術課題	165
6.3	土木技術者の増大と治水技術の標準化の動き	171
6.4	河川工学書における堤防技術	174
6.5	大正期から昭和初期の堤防築造の実態	195
第7章	技術者の自覚と技術の法令化	
	—昭和恐慌から敗戦まで—	209
<hr/>		
7.1	昭和恐慌から敗戦までの治水の動きと技術界	209
7.2	河川技術の法令化と標準化	219

第 8 章	戦後制度改革と内務省技術の総括	
	—敗戦から昭和 30 年代中ごろまで—	239
8.1	治水水利制度の改革と治水事業の動き	239
8.2	堤防施工の機械化と請負施工	252
8.3	堤防技術と土質工学	256
8.4	河川砂防技術基準の発刊とその堤防技術	258
第 9 章	社会・経済構造の変化に対する対応	
	—高度経済成長から昭和の終わりごろまで—	285
9.1	社会経済状況と治水	285
9.2	河川法の大改正と河川管理施設の構造の基準化	290
9.3	河川技術の担い手の変化と堤防技術	293
9.4	堤防に関する研究開発の動き	299
9.5	河川砂防技術基準（案）にみる堤防技術	308
9.6	河川土工指針の検討とマニュアル化	334
9.7	昭和 60 年 3 月の「河川堤防強化マニュアル（案）」 における浸透対策	359
第 10 章	経験主義技術からの脱却とその帰結	
	—平成時代の堤防技術—	373
10.1	社会の動きと河川事業の課題	373
10.2	堤防技術の指針化の動きと河道計画の変革	388
10.3	河川堤防設計指針における構造検討の考え方	400
10.4	河川堤防の構造検討と堤防築造土工指針との関係性	428
10.5	高規格堤防の設計思想	433
10.6	堤防の維持管理システムの高度化	440

第 11 章 今後の堤防技術の課題	461
11.1 河川堤防技術の今	461
11.2 今後の技術課題	462
おわりに	467
資料 河川堤防設計指針	469
索引	481

(*) : 筆者の捕捉説明

⇒ : 概念を理解するための記述が存在する節や項, 注を示す記号

引用文・図表については, 旧字を現代表記にした。

総合物価指数

(河川便覧 1994 より)

年号	指数	倍率	年号	指数	倍率	年号	指数	倍率
明治 11	35.9	4 398.8	大正 6	107.4	1 470.4	昭和 31	33 189	4.758
12	41.5	3 805.2	7	140.7	1 122.4	32	35 232	4.482
13	49.5	3 190.2	8	172.3	916.5	33	34 675	4.554
14	54.7	2 886.9	9	189.4	833.8	34	35 728	4.420
15	49.9	3 164.7	10	146.4	1 078.7	35	37 771	3.181
16	39.0	4 094.1	11	143.0	1 104.3	36	40 743	3.876
17	32.5	4 859.0	12	145.0	1 089.1	37	42 229	3.739
18	34.1	4 631.0	13	150.8	1 047.2	38	44 087	3.582
19	31.3	5 045.2	14	147.3	1 072.1	39	46 068	3.428
20	32.2	4 904.2	昭和 1	130.7	1 208.2	40	48 236	3.274
21	32.5	4 859.0	2	124.1	1 272.5	41	50 759	3.111
22	35.4	4 460.9	3	124.8	1 265.4	42	53 579	2.947
23	40.6	3 889.6	4	121.3	1 301.9	43	56 547	2.793
24	38.0	4 155.7	5	91.2	1 731.5	44	59 219	2.667
25	39.0	4 049.1	6	77.1	2 048.2	45	63 374	2.492
26	36.2	4 362.3	7	85.5	1 847.0	46	66 936	2.359
27	38.2	4 133.9	8	98.0	1 611.4	47	70 795	2.231
28	41.0	3 851.6	9	100.0	1 579.2	48	80 145	1.970
29	44.3	3 564.7	10	102.5	1 540.6	49	96 174	1.642
30	49.0	3 222.8	11	106.8	1 478.6	50	103 299	1.529
31	51.6	3 060.4	12	129.7	1 217.5	51	111 313	1.419
32	51.9	3 042.7	13	136.8	1 154.4	52	118 437	1.333
33	55.6	2 840.2	14	155.3	1 016.8	53	124 374	1.270
34	53.0	2 979.5	15	182.3	866.2	54	127 787	1.236
35	53.5	2 951.7	16	196.7	802.8	55	133 576	1.182
36	56.9	2 775.3	17	251.9	626.9	56	138 622	1.139
37	59.9	2 636.3	18	290.5	543.6	57	140 848	1.121
38	64.2	2 459.8	19	357.1	442.2	58	142 926	1.105
39	66.2	2 385.4	20	—	—	59	146 191	1.080
40	71.4	2 211.7	21	4 198	37.614	60	148 417	1.064
41	68.7	2 298.6	22	10 607	14.888	61	151 089	1.045
42	65.6	2 407.3	23	18 424	8.571	62	151 089	1.045
43	66.4	2 378.3	24	22 227	7.105	63	151 683	1.041
44	68.9	2 292.0	25	23 076	6.843	平成 1	154 503	1.022
大正 1	73.0	2 163.2	26	27 690	5.703	2	157 916	1.000
2	73.1	2 160.3	27	28 877	5.469	3	161 181	0.980
3	69.7	2 265.7	28	30 479	5.181	(推) 4	164 001	0.963
4	70.6	2 236.8	29	31 627	4.993	(推) 5	166 382	0.949
5	85.3	1 851.3	30	31 579	5.001			

資料：明治 11～昭和 17 年「日本経済の成長率」(大川一司編)、昭和 18～30 年「経済要覧」(経済企画庁)、昭和 31 年以降「国民所得統計年報」「国民経済計算年報」(経済企画庁)。

注 1) 「指数」は昭和 3～7 年=100 とした値であり、「倍率」は平成 2 年=1.000 として換算した値。

注 2) 暦年についてのものである。また、昭和 40 年以降は新 SNA 方式に基づく計数。

注 3) 平成 4～5 年の値は河川計画課における推計値。

序 論

1.1 河川堤防を取り上げる理由

平成9年(1997)に河川法の大改定がなされ、その目的に河川環境の整備と保全が付加され、また、人口減少・高齢化社会を迎え、河川構造物に維持管理体系の改革、高度化、構造物の性能規定化が求められた。こうした社会からの新たな要請を受け、河川砂防技術基準の大改定が必要とされた。ようやく、平成17年(2005)に計画編、平成22年(2010)に調査編、平成23年(2011)に維持管理編(河川編)が国土交通省水管理・国土保全局から公表された。

維持管理編(河川編)の「第6章 維持管理対策」においては、対象施設として河川管理施設一般(機械設備・電気通信施設、堤防、護岸、根固工、水制工、樋門・水門、床止め・堰、排水機場、陸閘、許可工作物)が挙げられている。

これら河川管理施設の中では、堤防の維持管理が最も主要、重要なものであるが、維持管理の対象とされる堤防の材料特性(土の種類、締固め度、透水係数、土の強度など)、築堤履歴が不明なものが多く、堤防治水安全性の評価を的確に実施するのに障害となっている。

河川管理に当たっては、変化が激しく、その変動を予測するのが難しい河川という歴史的蓄積物を対象とするので、通時態情報(時間軸情報)を必要とする。堤防を見してみる。現在存置している堤防には、近世以前の古堤防を内部に抱え込んでいるものもある。ある時代の堤防築造方式(形状、締固め

方法など)、堤防材料についての知見の有無は、堤防の維持管理および改良工法の決定、選択、堤防機能の評価精度に関係する。その意味で現代的な堤防内部構造の探索技術とは別に、堤防材料、堤防形状、堤防築造技術の歴史の変遷に関する情報は貴重な技術情報である。しかしながら、その技術内容を技術史として記した適切な文献が見当たらない。

河川事業に関する歴史的情報は百年史等にまとめられているが、近代以降の工事史が主であり、それも工事の前提になる背後の技術情報は断片的にしか記述されていない。河川技術体系および河川管理組織の変化が急速に進みつつある現在、河川技術の通時態情報の編集およびその情報へのアクセス手段の構築が急務である。

そこで、河川堤防の技術の変遷を技術史として取りまとめ、河川堤防の維持管理・治水安全度評価の高度化・合理化に資するものとする。

1.2 河川堤防の技術とは何か

河川堤防は、土を基本材料とした盛土である。それにより洪水による氾濫域を制御し、堤内地（堤防で洪水防御された土地）の土地の利用高度化を図り、土地生産力を高め、また蓄積された財物の洪水による被害を軽減するものである。堤防そのものは、一定の形状に土で盛ったものであるが、堤防の技術はそこにとどまるものでなく、一つの体系をなしている。

堤防をどこに、どの高さで、どういう形状にどうやって盛り立てるのか、盛り立てるに必要な材料、労働力、道具、資金をいかに調達するのか、堤防法面を雨水や洪水の流体力による侵食からいかに保護するのか、築堤後の堤防の変形や草木類の侵入にいかに対処するのか。すなわち、堤防築造という計画目的・意図を実現するための調査、設計、施工、維持管理という行為内容、行動方針、手段の編成は、気候、基礎地盤、地形という自然条件とその認識に関する理論水準、河川流域の統治体制、空間の利用状況、物材の生産様式、物材の交換様式という社会経済条件により空間的に差異が生じ、また、時間軸で変化する。

本書では、堤防の技術史としてこれらについて記述する。

今後の堤防技術の課題

11.1 河川堤防技術の今

前章までにおいて河川堤防の技術の変遷を見てきた。

堤防技術は、昭和の終わりごろ（1985）から、実践（被災）を通した経験の集約である形状規定方式から、堤防の性能を規定し性能を満たすかを判定する照査方式を明示し、性能を満足するように設計・施工する性能規定方式に変わったと言える。堤防の構造安定性の照査対象とされたのは、浸透、侵食、地震という破壊外力に対する安全性である。

そこで重要視されたのは、照査方式の理論的合理性、すなわち科学的妥当性である。科学者および技術者の共通パラダイムである流体力学、土質力学、構造力学に沿った力学化が図られたのである。しかし、第 10 章に見たごとく今の安全性照査法は現歴史段階での河川に関わる技術者共同体が受け入れたルールなのである。堤防の構造設計は、土粒子・水・空気、さらにシルト・粘土という細粒子の持つ化学・電気的特性を含む土の変形特性を忠実に表わしたのではなく、それは実践・経験を通した経験知が繰り込まれた割り切りなのである。

堤防機能を性能規定化し、性能の照査により担保するという設計体系への移行を進めた要因は以下のようなものであろう。

- ① 構造設計の力学化は近代の科学的合理主義の流れに沿ったものであり、科学技術社会がそれを要請していること。
- ② 実験的および理論的検討による土質力学、土質工学、河川工学的知見、

および現地堤防被災事例の調査・分析例の増加の結果、土の挙動の予測レベルの向上があり、量的評価がある程度可能になったこと。

- ③ 災害復旧という事後保全型の堤防の維持管理から堤防の点検・調査を通じた弱点箇所の発見と補修という予防保全型の維持管理への社会的要請が強くなったこと。
- ④ 公物管理に対する責任追及が強くなり（管理瑕疵に対する裁判判決）、一方で財政制約により河川管理費用の削減が強く求められたこと。従前の方式の形状規定では堤防の性能判定ができず、すなわち危険箇所の抽出、堤防強化箇所、堤防強化工法の評価が的確にできず、堤防の維持管理や補強の妥当性を予算当局や国民に説明しにくいこと。
- ⑤ 電子計算機を用いた計算技術の高度化により堤防の安全性の評価が容易になったこと。

11.2 今後の技術課題

堤防の今後の技術課題を挙げておこう。

(1) 調査法

- ・ 堤防安全度の低い区間・箇所の絞り込み技術の高度化
沖積地における堆積物の層序構造推定技術の向上（堤防下土層構造情報の精緻化、沖積地形発達史における時間解像度の向上、微地形の読み込み技術の向上、水害地形分類図を含めた記載学的情報の分解能の向上）
- ・ 物理探査技術
電気探査、表面波探査等の物理探査手法を用いた堤防の安全性照査に必要な堤防および地盤の土質物性値の3次元情報の推定法および精度向上¹⁾
- ・ 堤防形状の変化測量技術の高度化
MMS（移動計測車両システム）、IT技術、GPS技術、ドローンを用いた地形測量技術等を用いた堤防変動量の測定技術の実用化
- ・ 土質調査密度の適正化の検討
土質調査密度と堤防の安全度率の設定の適正化に関する検討、調査費用