

河川堤防の「概略点検」手法に関する検討

清水建設 正会員 河岡 忍
 広島工業大学工学部 フェロー 宇野 尚雄
 広島工業大学大学院 学生会員 塚田 秀太郎

1. まえがき

現行の「河川堤防の構造検討の手引き」で、堤防管理に実施される基本的な検討は「概略点検」と「詳細点検」に分けられる。「概略点検」は、堤防の堤体土質条件、基礎地盤の土質条件、外力条件の3要素について、安全な方のAから危険な方のDまでの4段階に分類し、安全性を判定する方法である。この「概略点検」で、危険と判断された箇所において、「浸透計算」、「すべり面安定計算」からなる「詳細点検」を行うが、この「概略点検」では、透水係数 k や強度定数 c, ϕ の影響が全く考慮されておらず、単純に、粘性土なら砂質土よりも安全ということになる。これらの影響を考察し、「概略点検」手法の検討を試みた結果を報告する。

た。このモデル断面に、「概略点検」法に基づいた「概略点検」を実施する。また、それらの断面に対し、「詳細点検」に相当する検討を「円弧すべり解析システム ARC/PV」による安全率算出及び、基礎地盤が透水層、不透水層の違いによる、裏法戻までの浸透水の到達時間、浸出時間 t_1, t_2 の違いを計算した。これらの結果を見比べ、「概略点検」の検討を行なう。また、安全性評価のABCD評価が、どれくらいの安全率に相当するかを試算した。

(1) 堤防断面のモデル化

1) 透水係数 k , 強度定数 c, ϕ , 貯留係数 s の設定

砂質土の値のみ、値に幅をもたせた。幅に応じて細砂、中砂、粗砂とし、これらの値は、河川堤防設計指針等を参照にした。それぞれの値を表-1に示す。

表-1 透水係数 k , 強度定数 c, ϕ , 貯留係数 s

	粘土	細砂	中砂	粗砂	礫
透水係数 k (cm/s)	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10
粘着力 c (kgf/cm ²)	0.5	0.1	0.03	0.01	0
内部摩擦角 ($^{\circ}$)	0	25	30	35	37.5
単位体積重量 (tf/m ³)	1.7	1.9	2.0	2.0	2.1
貯留係数 s	0.01	0.05	0.15	0.3	0.5

2) 堤体規模 (小・中・大) 3種類の設定

堤体規模の違いによって、安全率に影響があるのではないかと考え、堤体規模を (小・中・大) 3種類に分けた。中規模を、ある実堤防断面の平均値とし、それより小さいものを小、大きいものを大とした。それぞれの値を表-2に示す。

表-2 堤防規模 (小・中・大) 3種類

	(小)	(中)	(大)
天端幅 (m)	4	5.5	7
堤体高 (m)	5	7	10
基礎地盤高 (m)	5	7	10
法面勾配	2割	2.5割	3割

3) 計画高水位 (H.W.L), 警戒水位の設定

計画高水位については、「河川管理施設等構造令」に基づく天端幅に対する余裕高から、警戒水位については、「水防技術ハンドブック」の、平均水位から計画高水位までの6割高さを指標として設定した。それぞれの値を表-3に示す。

表-3 計画高水位, 警戒水位

	計画高水位 (m)	警戒水位 (m)
堤体断面 (小)	4.0	2.4
堤体断面 (中)	5.5	3.3
堤体断面 (大)	8.0	4.8



図-1 「概略点検」の手法

2. 研究方法

土質の強度定数に一定の値を設定し、その中で砂質土の強度定数に幅をもたせ、さらに堤体規模を違えた、モデルの堤体断面を考える。また、計画高水位、警戒水位、高水位継続時間 t , 平均動水勾配 i も独自に設定し

キーワード：概略点検 詳細点検 安全率評価

4) 高水位継続時間 t の設定

高水位継続時間 t については、河川堤防設計指針及び、長良川堤防や、淀川堤防のデータを参照に設定した。結果を表 - 4 に示す。

表 - 4 高水位継続時間 t

	高水位継続時間 t (hr)
堤体断面(小)	20
堤体断面(中)	30
堤体断面(大)	60

5) 平均動水勾配 i の設定

平均動水勾配 i を、断面規模ごとに計算し求めた。それぞれの値を表 - 5 に示す。

表 - 5 平均動水勾配 i

	平均動水勾配 i
堤体断面(小)	0.250
堤体断面(中)	0.206
堤体断面(大)	0.186

6) 浸潤線・流線網の作成

キャサグランデの方法を用い、浸潤線を描き、それから流線網を描いた。流線網を描くことにより、等ポテンシャル線上では水頭が等しいという関係から、間隙水圧分布を求めた。

(2) M川・N川堤防の概略点検と詳細点検評価

M川・N川堤防を対象に実施された概略点検と詳細点検の成果を、再評価して検討をした。

3. モデル堤防の検討結果

(1) 概略点検

図 - 1 を参照に、モデル断面へ、従来の「概略点検」を行うと、表 - 6 のようになった。外力条件の評価がすべて c 評価しかないという結果になった。

表 - 6 安全性の評価

安全性の評価				
	堤体・基礎地盤の土質条件による評価			
	a	b	c	
外力条件による評価	c	B	C	C

(2) 詳細点検

1) 浸出時間 t_1, t_2 の計算結果

浸出時間 t_1, t_2 の計算結果としては、粘土質に関しては、堤体・基礎地盤ともに不透水層とみなせるようである。砂質土では、細砂はある程度浸出するのに時間がかかった。概略的に、基礎地盤が透水層の方が 2.5 倍早く浸出するという結果になった。

2) すべり面安定解析結果

「円弧すべり解析システム ARC/PV」を用いたすべり面安定解析結果としては、粘土質は安全率が高く、砂質土で言えば、細砂が比較的安全率が高く、中砂と粗砂は同程度の安全率であった。礫質土は、一様に安全率が低いが、最小安全率時の円弧の規模は小規模であった。一様に、基礎地盤が透水層の方が安全率が低く、堤体規模でいえば、中規模が一番安全率が高かったが、どの堤体規模でも、ほぼ安全率にはあまり差が

ないという結果になった。

4. 概略点検評価に相当する安全率

(1) モデル化した堤体断面のとき

表 - 6 に当たるモデル断面では、B 評価は安全率 1.87 ~ 3.55、土質が b 評価の C 評価は 1.02 ~ 1.89、土質が c 評価の C 評価は 1.11 ~ 1.77 に相当した。安全率評価してみると、C 評価は両方とも同じような値であり、また、B 評価は 1.9 からと、C 評価と重なることもなく、従来の「概略点検」法の ABCD 評価は良いようである。これらの安全率を表 - 7 に示す。

表 - 7 安全率評価 (モデル断面)

堤体・基礎地盤の土質条件による評価	外力条件による評価	要因に基づく評価	安全率 F_s			安全率 F_s の範囲
			a	b	c	
a	c	B	1.87	2.59	3.55	1.87 ~ 3.55
b	c	C	1.02	1.05	1.87	
			1.34	1.14	1.89	
			1.24	1.18	1.77	1.02 ~ 1.89
c	c	C	1.77	1.11	1.28	
			1.13	1.29	1.11	
			1.48	1.77	1.41	
			1.2	1.32	1.17	
			1.31	1.41	1.3	
			1.24	1.35	1.27	

(2) M・N川堤防のとき

M・N川堤防点検業務から整理した結果は、A 評価はゼロケース、B 評価は 2.6 ~ 4.1、C 評価は 1.8 ~ 3.1、D 評価は 1.08 ~ 2.56 の安全率にそれぞれ相当した。ただし、ここでは、漏水の被災履歴が多いため、ほぼ D 評価となっている。漏水に関しては、みず道の発見が非常に困難であること等、様々な課題が見受けられる。すなわち、漏水があるだけで単純に D 評価にしても良いか否かについては、今後、漏水をどう判定するかという課題として残った。これら安全率を表 8 に示す。

表 - 8 安全率評価 (M・N川堤防)

要因に基づく評価	安全率 F_s				安全率 F_s の範囲
B	4.1	2.6			2.6 ~ 4.1
C	3.1	1.8	2.2	3	
D	1.08	1.54	1.51	2.08	1.08 ~ 2.56
	2.56	1.94	1.64	2.2	
	2.11	1.74	1.51	1.81	

5. あとがき

堤体・基礎地盤の評価については、ある程度検討ができたが、外力条件の評価に関しては、すべり面安定解析結果及び、浸出時間の計算結果だけでは、外力条件評価方法について、検討しきれなかった。外水位条件を変更し、平均動水勾配を違えた、堤体条件化において、堤体の安全率の変化検討によって検討できる可能性が示された。