

河川堤防の設計指針の考察

岐阜大学大学院 学生会員 ○田中 進
岐阜大学工学部 正会員 宇野 尚雄

近年、特に河川沿岸部への人口の集中が著しいため、防災構造物としての堤防の重要性はますます高まっている。河川氾濫区域内に生息する人口、存在する資産は年々急激に増加してきていることにより、一度破堤したときに生じる被害は莫大な額に達すると予想されるため、堤防のより一層の安全性が要求される。本研究は、このような立場から、経験に頼りがちであった河川堤防の設計に関するいくつかの問題点について、土質工学的な見地から合理的な設計指針を考察する。

設計指針を探索する場合、ある目的を達成する方法としてどのような手段があるかを見い出す必要がある。図-1は、堤防の設計指針探索の為に目的-手段の連関を分析したものである。図は、上位の目的を達成する為の手段で、それより下位の手段の目的となっていく関係を示したものであり、最下位の手段の制御可能な物理量や性質などが設計指針案を構成する変数となる。図-1に示すように堤防機能を達成するためには、①堤防が破壊されないで、安定性を保つこと、②遮水機能を保持されること、が必要である。安定性保持のためには、平常時に、降雨によるのり面浸食を防ぎ堤防の安定性を維持する、などの手段が考えられ、高水時には、越流防止、裏のり面の崩壊を防ぐ、などの安定性を確保する必要がある。一方、遮水機能の保持のためには、堤高を高水位より高くしたり、堤防・基礎地盤の漏水を少なくするなどの手段が考えられる。このような目的-手段の連関の考察から右端に示す堤体と地盤に対する“土質強度”などの要因は具体的手段として制御すべき変数であって、設計指針として考慮に入れるべき量である。カッコをつけたものは複数要因により設計計算して判断せね

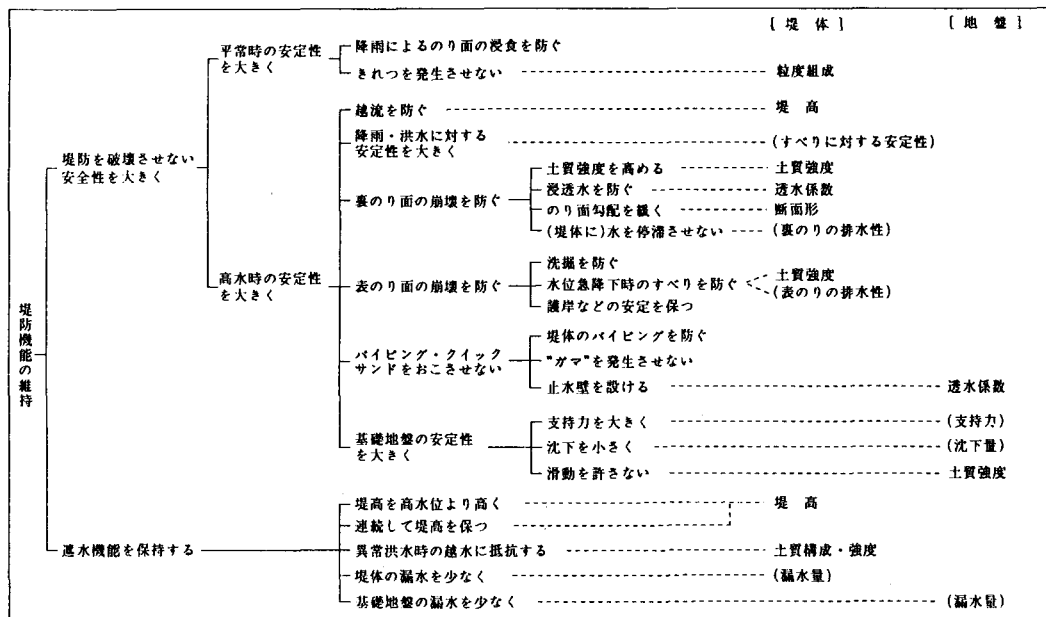


図-1 堤防の設計指針探索の為に目的-手段の連関

ばならないものである。現象が解明されていないため要因のらん空白となっているケースは洗掘、パイピングなどに認められる。

図-1の右端に抽出した要因は、いくつかの破壊現象に共通するものもあるが、それぞれ微妙な食違いもあるので、表-1には、基本要因と堤防機能を損う現象・量との関係を再整理して示した。同じ“土質強度”でも洗掘に対しては表のり面の水衝部の土質強度であり、越流洗掘に対しては始めに表土層の土質粘着力であるが、浸食が進むと内部土質の強度に効くであろう。また、表裏のり面崩壊についても断面内土質の強度の効き方は異なるであろう。表-1の対応をみま、表の右端に制御可能な方法を抽出してある。左の基本要因のうち、土質・粒度組成、堤防断面形などは人為的に決定できる要因であるが、土質強度、透水係数は結果的に決まる量であるから施工管理のチェックで確認されるものとなる。表-1に示すように、例えば“土質強度”については、表裏のり面崩壊に対してすべり部分、変形には水浸された高含水状態での強度に関係するのは明確である。“透水係数”は、表のり面の水位急降下時の安定を保つためには、ごく表層の透水係数を大きく、裏のり面の安定には、裏のり面近傍から内部のそれより大きく排水効果を挙げられること。このように、基本要因と堤防機能を損う現象・量との対応関係は明確なものには○印を、関係があると思われるが不明なものには△印を付した。また、関係が認められないものは空らんにしてある。なお、斜線部は対応関係を全く考えないものである。

結論として、堤防の設計指針を考えるには、堤防機能を損う現象を支配する基本要因の制御範囲の決定と、その施工制御法の明確化、および堤防機能を損う現象に対する安定性の判定基準を明確にして、複合要因の影響を考慮できるシステムにする必要がある。

表-1 堤防の基本要因、堤防機能を損う現象・量、制御方法の関連

堤防機能を損う現象・量 基本要因		安定性を損う現象・量								透水性を損う漏水		制御方法
		洗掘	越流	越流洗掘	表のり面崩壊	裏のり面崩壊	変形(亀裂)	パイピング	地盤の支持力沈下	漏水量	漏水の進行性	
堤体	土質・粒度組成						△	△				土質分類による堤防土質の選択
	土質強度	△		△	○	○	○				△	施工管理における締め固め規定
	透水係数				○	○		△		○	△	
	堤高		○	○								
	のり面表	△		斜線	○	斜線	○					「河川管理施設等構造令」断面設計
	勾配裏	斜線		△	斜線	○						
	堤幅			△						○		
地盤	土質構成			△	○	○	○	△		○	△	
	土質強度					○			○			過去の河川周辺
	透水係数					○		△		○		流域地盤の形成資料の考慮

- 【注】 (土質・粒度組成) - 変形(亀裂発生を含む)、パイピングに効くと思われるも不明。
 (土質強度) - 洗掘に対して水衝部、越流洗掘に対して裏のり面表層部、表のり面・裏のり面：すべり崩壊部分、変形：水浸された高含水状態の堤体土質強度が関連。
 (透水係数) - 外水位急降下時の表のり面の排水性が高く、洪水に対して透水係数が小さいこと。裏のり面では排水性が大きく、透水係数が大きいこと。パイピング：不明。漏水に対しては全体としての透水性が小さいこと。
 (土質構成) - すべり崩壊などに寄与する型をさける。堤体内に水を停滞させないようにし、かつ間隙水圧を発生させないように排水効果をあげる。