

岐阜大学工学部 正会員 宇野 尚雄
愛知県土木部 " 水野 悦司
愛知県土木部 " 都築 隆之

1. 築堤履歴からみた堤防の土質構成

堤防は個々の地点で固有の条件をもち、種々の改修・増築等の履歴をもっていると考えられる。すなわち、歴史的経過、地形、地盤、土質の条件及び社会的、経済的環境に影響されてきたに違いない。どのような土質構成の堤防が強く、安定なものかという問題を考えるためには現状の堤防の土質構成を知る必要があるけれども、これは容易でない。そこで築堤履歴の観点から考えてみることにした。

改修の歴史を回顧すると、第1に昭和10年代の工事（昭和11年からの不備下流改修増補計画、昭和14年からの淀川修繕工事）と第2に昭和20年代から昭和30年代の改修（昭和28年からの不備改修総体計画、昭和29年からの淀川水系改修基本計画）による築堤工事が顕著に現状に反映されていると考えられる。そこで、過去2回の築堤工事を仮定してみる。工事は保護工を除けば、表腹付け、裏腹付け、高上げの3ヶが基本であるとするれば、基本的な単断面の堤防で考えると、第1期と第2期の工事により、図-1に示す49種類の堤防土質構成が考えられる。左側が堤外地として描いてある。

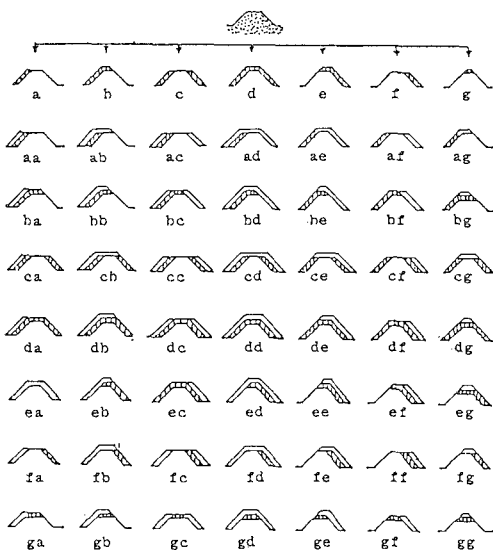


図-1 築堤履歴を考慮した堤防の土質断面構成

表-1 堤防の土質

No.	基礎地	第1期	第2期
1	C	S	おろし土
2	S	S	S
3	C	S	おろし土
4	S	C	S
5			
6			
7		高水敷土砂(SC)	高水敷土砂(SC)
8			点野旧堤
9		高水敷土砂(旧堤上)	高水敷土砂(旧堤上)
10		高水敷土砂	粘土(旧堤)土砂
11			大坂地先旧堤
12		高水敷土砂	高水敷土砂
13	おろし土	高水敷土砂	高水敷土砂
14	おろし土	高水敷土砂	高水敷土砂
15	S, SC	C	C
16	S	C	S
17	S	C	S
18	S	C	S
19	C	C	S
20	S	C	S
21	C	おろし土	S
22	C	おろし土	S
23	S, SC	SC	S
24	S, SC	SC	S
25			
26	S	C/S	C, SC
27	S	C/S	C, SC
28			
29			

(注) S: 砂 SC: シルト C: 粘土
空白は不明

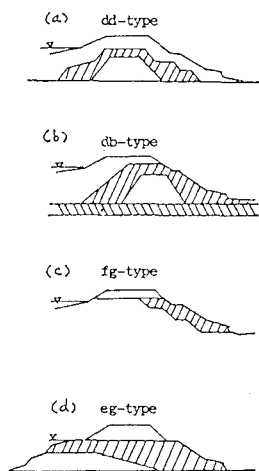


図-2 代表的な4種類の堤防土質断面構成

収集した堤防の土質資料は不完全であるが、地盤、基本堤防、第1期、第2期の築増部の各土質の概略は表-1のようである。Sは砂、SCはシルト、Cは粘土とされ、土体となっていることを表わす。新しい年代の土質は砂質土が多くなっていることが特徴的である。29例の堤防土質構成を図-1にあてはめると、dd型がNo.6, 21, 23の3ヶ、No.3のdc型、No.15, 16, 17のd型、No.20のef型を含めて8例、db型がNo.5, 23, 24の3ヶ、No.1のeb型、No.4, 19, 29のb型を含めて7例、fg型がNo.8, 9, 12の3ヶ、No.7のae型、No.11のe型を含めて5例、eg型がNo.26, 27の2ヶ、No.13, 18のg型、No.10のgg型、No.14のge型を含めて6例となった。これらの代表的4断面を図-2

に示した。図-2をみると、全面的補強あるいは堤外側補強、またあるときは堤内側補強となり、その地点の地盤や土地利用との関連等の諸条件が勘案され、また経過が想起される。

2. 4種類の堤防モデルの浸透性状

堤防の浸透は実際の基礎地盤の透水性が高いことに影響されるけれども、本文では堤体内の土質構成の特徴を明確にするため、以下では不透水性基礎として解析する。図-2の堤防を図-3の4タイプの堤防モデルにして考える。流し試験堤防（高さ4m、天端幅2m、法面勾配1割5分の単断面）と同じ大きさとし、基本堤と中二期部の土質を砂質土（飽和透水係数 $k_s = 1.9 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ）とし、中二期部をシルト（ $k_s = 1.9 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ）と仮定する。透水係数比、体積含水率 θ をそれぞれ次式：

$$k/k_s = \theta/n = 1/(1 + A \cdot k_p^2)$$

に於て n ：空隙率、 A ：砂で 0.0025 cm^2 、シルトで 0.00025 cm^2 、 k_p ：圧力水頭 (cm)。与え、初期条件としての圧力水頭は堤体内で全水頭が底面の高さになる条件と与え、図-4の外水位による堤内浸透を解析した結果の一部を図-5、図-6に示した。

タイプ①と③はコア部を囲むシルトがあり、類似しているが、②の方がシルト部が厚く、透水性は悪い。タイプ③と④はシルトが裏法面を覆う形で、④は高水位部分にシルトの嵩上げがあり、大洪水時に遮水効果を発揮する。図-4の洪水継続時間は約110時間であるが、24時間後で①は表側のシルトが浸透を鈍らせていること、③では72時間後にはシルト部に浸透面が到達して浸透が速く、96時間では裏法面に浸出し、それから108時間までの短時間の間に浸出面は急上昇し、堤高の3/5の付近の高所となり、内部に高い間隙水圧を発生させる結果となっている。その後(F)のように外水位低下とともに排水され、安定化に向う。外水位の洪水継続時間と堤防の透水性が関連している、上述の計算ではタイプ②は4ヶ月中で最悪で、ついで④、①、②順に良くなる。

参考文献 1) 青山・宇野：初期含水状態が堤体浸透に及ぼす影響，土木学会第36回年講，1981，pp. 650~651。
2) 宇野・都築：土質構成からみた堤防の浸透と安定性，第17回土質工学研究発表会講演要録集，1982。

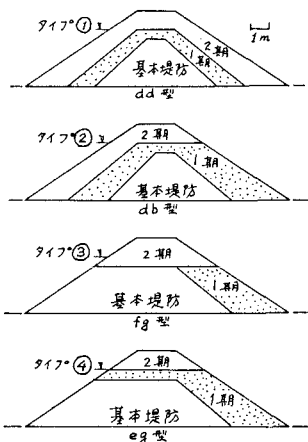


図-3 4タイプの堤防土質断面モデル

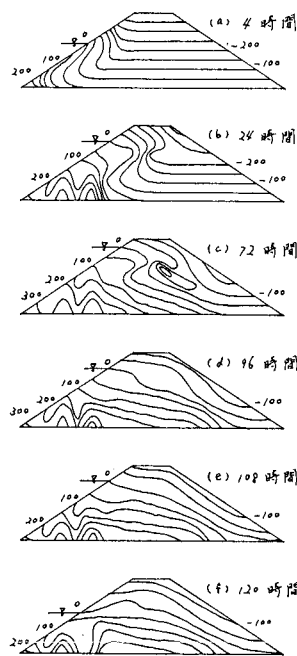


図-5 タイプ①の圧力水頭分布の変化

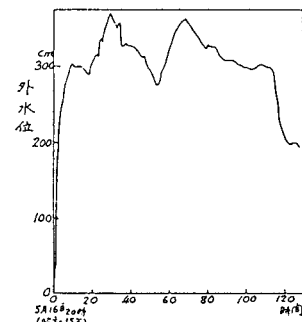


図-4 外水位変化

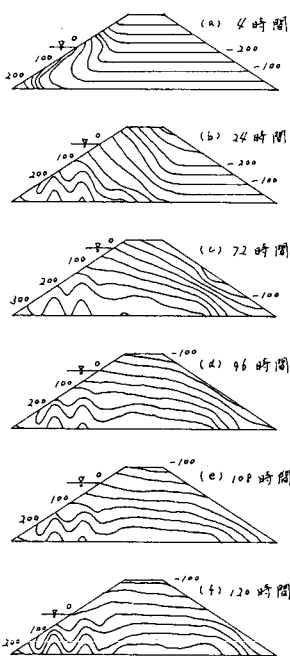


図-6 タイプ③の圧力水頭分布の変化