

軟弱地盤上河川堤防の潮汐による変形挙動

九州大学 正〇梅崎健夫 正 落合英俊
正 林 重徳九地建・菊池川工事事務所 若田洋男
応用地質株式会社 吉長健二

1. まえがき 有明海周辺は、軟弱で超鋭敏な有明粘土層が広く深く堆積している。また、有明海の干満の差は最高6.5mあり、全国一の大きさである¹⁾。そのため、施工中の築堤がすべり破壊を起こした例は多く、干拓堤防・河川堤防および橋脚等が、潮汐により水平方向に変位しているとの報告がある^{2), 3)}。したがって、潮汐による堤体の変形挙動とそれが周辺地盤に及ぼす影響を正確に把握することは、堤体の安定と沈下の問題を検討する上でたいへん重要である。

本報告は、熊本県・菊池川において河川堤防の改修工事の一環として行われた河川水位と堤体の24時間動態観測資料⁴⁾を基に、潮汐による河川堤防の変形挙動ならびに地盤内の間隙水圧の挙動について定量的な検討を行ったものである。

2. 原地盤の状況 図-1は、菊池川河口より上流に約1kmの地点の原地盤の横断面図である。堤体下の地層はシルトまたは粘土混じり砂層(aS1層, aS2層およびaS3層)と粘土層(aC1層, aC2層)の互層を成している。原地盤の有明粘土の物理的性質は、 $G_s=2.62\sim 2.63$, $w_n=82.1\sim 95.1\%$, $w_L=83.8\sim 92.6\%$, $Ip=46.6\sim 52.8$ である。また、粘土層は、圧密試験の結果より正規圧密状態と考えられる。

動態観測のための計測装置は、堤体内に間隙水圧計を1箇所、層別沈下計を3箇所、孔内傾斜計を2箇所、水位観測孔を3箇所、堤体の法尻から堤内地側へ地表型沈下計を7箇所設置した。

3. 潮汐による堤体の変形挙動 大潮(潮位差: $\Delta H=3.75\text{m}$)・中潮($\Delta H=2.86\text{m}$)・小潮($\Delta H=1.25\text{m}$)のそれぞれの時期に合

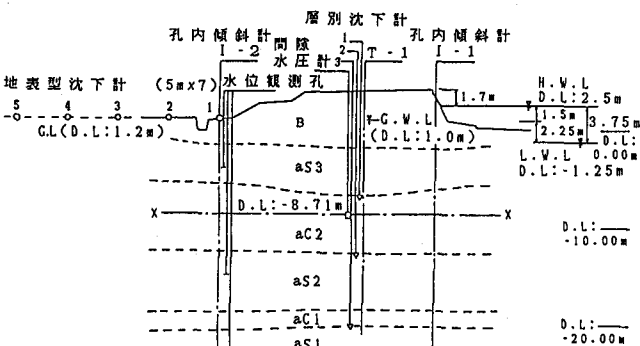


図-1 原地盤の断面図

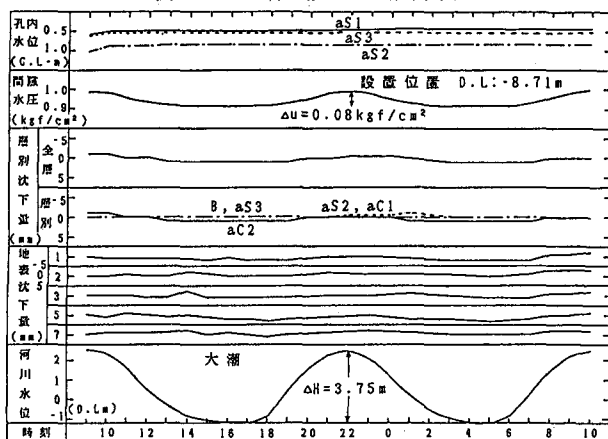


図-2 24時間動態観測結果

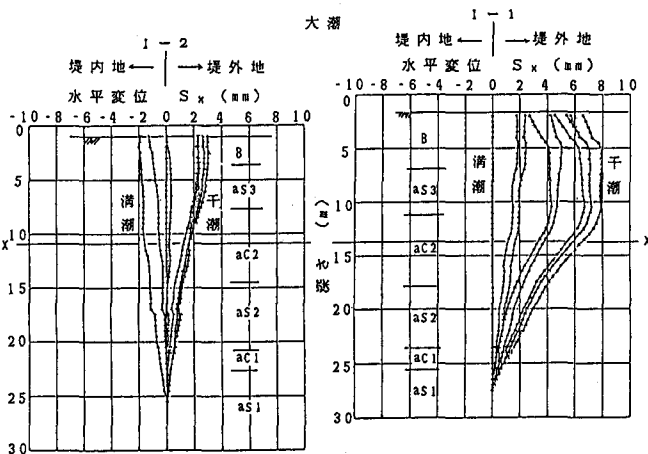


図-3 潮汐による堤体の水平変位

わせて、3回の24時間動態観測を実施した。図一2は、大潮時の河川水位と動態観測結果を示したものである。河川水位が $\Delta H=3.75\text{m}$ で1日2回の周期的な変動をしているのに対して、I-2地点における孔内水位は3層とほとんど変動していない。一方、ac2層における間隙水圧は $\Delta u=0.08\text{kgf/cm}^2$ で河川水位と時間遅れなく同位相で変動している。したがって、地盤は1日2回の周期で絶えず繰返し荷重を受けていると考えられる。

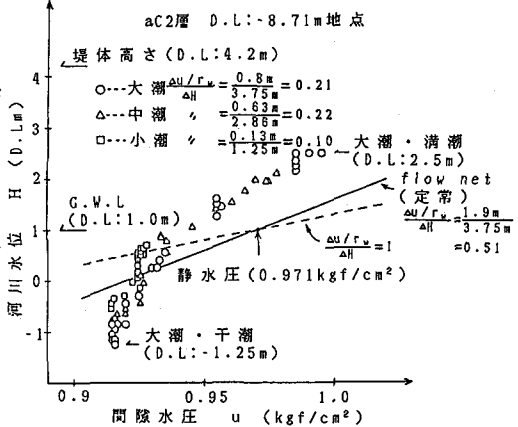
全層および層別の沈下量より、堤体は河川水位の変動に応じて沈下と回復を繰り返しており、沈下のほとんどがac2層に起因していることがわかる。全層および層別の沈下量は河川水位の変動に対して余り敏感ではなく、全層の沈下量は最大 $\Delta S_v=2.0\text{mm}$ 程度である。また、堤内地の地表沈下量の変動傾向からみて、地盤変位はかなり広い範囲に及んでいる。図一3は、孔内傾斜計より測定した地盤の水平変位図である。変位は堤体地表面より深度約25m地点までに至り、この地点を中心に、堤体は干潮時に堤外地側へ傾き、満潮時に、堤内地側へ戻るような変位を繰り返している。変位は河川に近いI-1の方が大きく、最大8mm程度で、河川から遠ざかると小さくなる。また、堤体(B層)や上部のas3層に比べてac1層からac2層までが大きく変位している。

4. 間隙水圧の変動と堤体の変形挙動 図一4は、河川水位とac2層(D.L:-8.71m)の間隙水圧の関係を示したものである。両者の関係は、河川水位が地下水位より高い場合と低い場合とで異なる2つの直線として近似できそうである。間隙水圧は、河川水位が地下水位より約1m上昇するまでは、静水圧よりも低い値を示す。河川水位の変動量に対する間隙水圧の変動量の割合は、大潮時・中潮時で約2割、小潮時に1割程度である。図中の破線は河川水位の変動量と間隙水圧の変動量が等しい場合を示し、実線はflow net(定常状態)より求めた関係で、河川水位の変動量に対する間隙水圧の変動量の割合は5割程度であった。

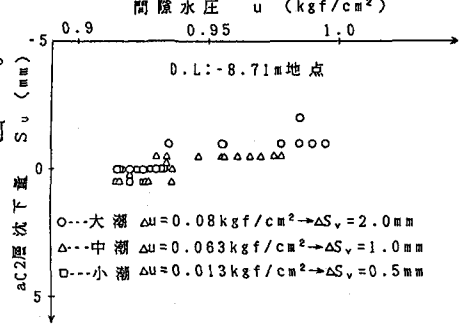
図一5は、ac2層における間隙水圧と沈下量の関係である。実測値にバラツキはあるものの、潮がひいて間隙水圧が低くなる(有効応力が増加する)と地盤は沈下し、潮が満ちて間隙水圧が高くなる(有効応力が低下する)と沈下は回復している。今のところ、沈下量が累積する傾向はなく、弾性的な挙動を示している。図一6は、I-1地点のac2層における間隙水圧と堤体の水平変位の関係を示したものである。間隙水圧が低くなると堤体は堤外地側に変位し、高くなると堤内地側へ戻るが、変位量が累積しているようでもある。

5. まとめ 間隙水圧は、河川水位の変動と同位相で変動し、図一6その大きさは河川水位の2~1割程度である。堤体は、干潮時に沈下し河川側に変位するが、現状での変形挙動は弾性的で、満潮時に変位は回復する。

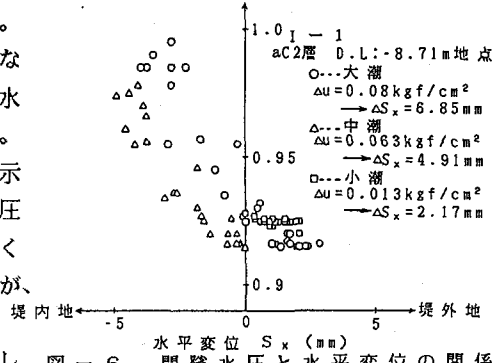
参考文献 1)鬼塚：九州・沖縄の特殊土，九州大学出版会，pp.23-39,1983. 2)中村：低平地防災技術研究会報告，No.1, pp.42-45,1984. 3)岩尾：第17回土質工学研究発表会，pp.1997-2000,1982. 4)烏帽子地区土質試験及び観測業務報告書，九地建 菊池川工事事務所，応用地質(株)，1985.



図一4 河川水位と間隙水圧の関係



図一5 間隙水圧と沈下量の関係



図一6 間隙水圧と水平変位の関係