







$$y = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (16)$$

ここで、 $A, B$  および  $C$  は次のようである。

$y < h_2 - h_1$  に対して、

$$A = \frac{1}{2} \rho g, \quad B = -(1-n) \sigma_s g L \tan \phi,$$

$$C = -\{cL + (1-n) \sigma_s g h_1 L \tan \phi\} \quad (17a)$$

$y > h_2 - h_1$  に対して、

$$A = \frac{1}{2} \rho g, \quad B = -\{(1-n)(\sigma_s - \rho)\} g L \tan \phi$$

$$C = -[cL + \{(1-n) \sigma_s g h_2\} L \tan \phi] \\ + \{(1-n)(\sigma_s - \rho)\} g (h_1 - h_2) L \tan \phi \quad (17b)$$

## 5. 結語

以上、本研究では、河川湾曲部に沿う堤防の浸食とその進行に伴う堤防決壊は河川技術上極めて重要な現象でありながら、これまで水理学・土質力学分野の研究が相互補完的に結合されていないとの認識にもとづき、そのアプローチの糸口を提示した。本研究の主要な推論および結論は次のようである。

- (1) 河川湾曲部外岸側の堤防法面の浸食機構を推論した。この部分の浸食は、堤防法面表土の固結状態が河川流の変動流体力により破壊されて粒状体になりこれが流水によって流送されることが継続して進行する。
- (2) 浸食が進行する速度  $V_E$  の見積りの方向を提案した。 $V_E / u$  の関数形として可能性のある形を式(7)として示し、その実験的な決定方法の道筋を提示した。
- (3) 本研究で検討した堤防法面の浸食進行による堤防決壊の条件の検討し、その条件式を式(14)として提案した。また、実験計測による条件の確認の見通しを示した。

- (4) 本研究で検討した堤防法面の浸食進行による堤防決壊の高さ方向の位置の表現を式(17)として求めた。

本研究では平成 25 年 7 月山口・島根豪雨による河川災害調査を基に、著者の水理学と土質力学の限られた知識の範囲で、思いつくまま浸食のメカニズムと堤防決壊の条件を検討した。本稿は絵画に例えればデッサンの段階である。既往文献の詳細検討を行わずまた実際の現象をつぶさに調査することもなく検討を進めたため、色々と不備があると思われる。これらについては、既往の湾曲水路の流れの実験的研究や、今後における基礎実験や現地実験、現地調査の結果を通して力学モデルを修正し、実現象を的確に表現するものへとグレードアップすることが必要である。

**謝辞：**本研究に先立つ災害調査研究のため、土木学会水工学委員会および土木学会中国支部には河川災害の調査団結成などのご支援を頂いた。調査団のメンバーにはそれぞれの専門を生かしてご尽力頂いた。下関地方気象台、山口県河川課、砂防課、山口市、津和野町、島根県津和野土木事務所、国土交通省山口河川国道事務所の行政機関、ならびにパシフィックコンサルタンツ、八千代エンジニアリング、アジア航測、日本工営、建設技術研究所、建設環境研究所の各社には貴重な資料をご提供頂いた。ここに記して関係者に深甚の謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 土木学会九州北部豪雨災害調査団：平成 24 年九州北部豪雨災害調査団報告書，2013。
- 2) 羽田野架姿義：2013 年山口・島根豪雨災害と今後の減災への提言，平成 25 年度河川災害に関するシンポジウム資料，pp.7-12，2014。
- 3) 山口県土木建築部：平成 25 年 7 月 28 日豪雨 災害復旧事業等箇所図，2013。