

## 2.3 河川堤防の基礎地盤の透水特性調査手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 19～平 22

担当チーム：材料地盤研究グループ（地質）

研究担当者：佐々木靖人、品川俊介、吉田直人

### 【要旨】

適切な3次元地盤構造の推定のために、堆積構造との関連性に着目した平野の地形分類試案を作成し、荒川において試行をした結果、河川堆積物と関連が深いと考えられる地形区分について抽出できた。また、荒川中流域において、ボーリング資料を基に地層の堆積環境を区分し、微地形と堆積構造を考慮した自然堤防周辺の地質断面図を作成した。今後はより精度の高い地質構造の推定を行うため、ボーリングコア観察に基づく堆積環境の推定についての知見を集積し、まとめる必要がある。また、地形や堆積環境と地盤の工学的性質との関係について検討が必要である。

堤防基礎地盤の原位置パイピング特性調査手法を検討するため、室内パイピング試験を実施した結果、パイピング破壊に至るまでの各種観測値が得られた。

キーワード：地形分類、堆積構造、地質断面図、パイピング

### 1. はじめに

近年、河川堤防が破堤した場合、甚大な被害が生じていることから、全国の河川堤防について安全性評価が実施されているところである。その中で、基礎地盤の浸透性に関する調査では、概査段階で、治水地形分類図・旧版地形図などにより高透水性地盤を示唆する旧河道と落堀の位置を抽出し、これらの情報を加味して代表地点を精査する。しかしながら、自然堤防と後背湿地の境界部など、地形・地質学的に認定できる要注意地形が見落とされている。また、自然河川によって形成された沖積地盤の構造は複雑であり、空間的な広がりを把握可能な地形地質情報の有効利用が必要である。特に、見落とされた箇所は以後の調査で対象とならないため、見落としを少なくするための概査手法の高度化が必要である。

本研究は、河川堤防の基礎地盤の弱点箇所を把握する概査段階において、特にその透水特性について、地形・地質学的知見を活用して、面的かつ効率的に把握する手法を提案しようとするものである。

21年度は、適切な3次元地盤構造の推定のために、堆積構造との関連性に着目した地形分類手法の検討を行うとともに、荒川中流域において微地形と堆積構造を考慮した自然堤防周辺の地質構造の推定を試みた。

また、20年度に引き続き、堤防基礎地盤の原位置パイピング特性の調査手法を検討するため、室内実験を実施した。

### 2. 堆積構造との関連性に着目した地形分類手法の検討

平野の地形は、平野を構成する堆積物の最表層の形であることから、地形と堆積構造とは密接な関わりがある。

一般に、平野の基礎地盤の性状を調査する方法として、ボーリング調査が用いられる。ボーリング調査を補完するものとして、サウンディング、物理探査のほか、地形情報等が利用されることもある。一方、地形情報は安価に面的に取得することが可能にもかかわらず、必ずしも有効に活用されていないことがある。

そこで本研究では、より高い精度で3次元地盤構造の推定を行うために、堆積構造との関連性に着目した地形分類手法の検討を行った。

#### 2.1 平野の地形分類試案

最近の堆積学の知見等<sup>（例えば1）</sup>を参照し、堆積構造との関連性に着目した、平野部の地形分類試案（表-1）を作成した。

河川堆積物との関連では、網状流路堆積物と関連が深いと考えられる「中州性微高地」、蛇行流路堆積物と関連が深いと考えられる「自然堤防」、「ポイントバー」、破堤などで形成される「破堤堆積物」、「落堀・池沼」を設けた。海浜堆積物との関係については、「砂嘴・砂州」、「浜堤」、「堤間低地」などを設けた。

また、地形はその形成過程によっては異種の地形が漸

表-1 平野の地形分類試案

名称	備考	対応する治水地形 分類図の凡例
地形境界線 (明瞭)		—
地形境界線 (不明瞭)		—
山地・丘陵・台地		山地・丘陵地 台地
崖線	概ね高さ 2m 以上のもの。	崖
氾濫原	現成の沖積面の一般面。	氾濫平野
自然堤防		自然堤防
中州性微高地	網状流路の中州など。扇状地に多い。	旧川微高地
緩斜面	主として台地崖下に分布。	—
旧微高地	河道改修や河道変遷により消失した微高地。	—
ポイントバー	蛇行河川の内岸に発達する弧状の高まりと低まり。	氾濫平野
氾濫堆積物	河岸沿いにやや幅広く分布。地形をほとんど形成しない。 (地形を形成するものは自然堤防)	—
砂嘴・砂州		砂丘
浜堤		
堤間低地		湿地
後背低地		
旧流路		—
旧河道 (明瞭)		旧河道
旧河道 (不明瞭)		
破堤堆積物	河岸の1点から流出した堆積物。	—
落堀・旧池沼		落堀 旧落堀
現河道・水面		—
堤防		完成堤防 暫定堤防 未改修堤防

移すこともあることから、地形の境界線を「明瞭」と「不明瞭」に区分することとした。

## 2.2 平野の地形分類試案の試行

作成した地形分類試案を荒川（埼玉県および東京都）で試行した。空中写真判読や地形図読図においては、純粹に地形の高低のみならず、土地利用、写真の濃淡、空間的な模様の特徴等から総合的に判断すべきとの考えに基づき、主な地形種について判読規準を整理した。

### 1) 自然堤防

自然堤防堆積物は、河道からあふれた洪水流が、急速に流速を減じることにより河道周辺に浮遊土砂を堆積させてできる地形である。河道の堆積物よりは細粒で、後背低地の堆積物よりは粗粒であると考えられる。荒川の判読における特徴は以下の通り。

- ・ 米軍空中写真で白っぽく写ることが多い。
- ・ 実体視で微高地が確認できる。
- ・ 畑、宅地として利用されていることが多い。
- ・ 高水敷にて現在形成中のものもある（写真-1の②）。

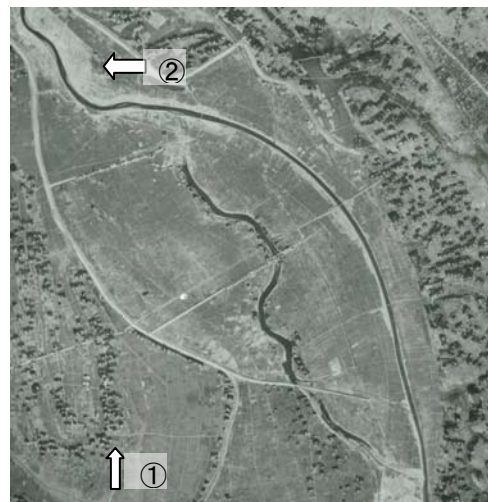


写真-1 自然堤防（吉見町付近）

①は一般的な自然堤防。②は高水敷に現在形成中のもの。

（写真は米軍撮影 M28-25 を使用）

### 2) 中州性微高地

扇状地などの網状流路が、洪水によって流路を転じることで河道が放棄されることがある。このような河川の旧河道と旧河道の間の中州跡が中州性微高地である。中州は砂礫で構成されるが、表層は河道が放棄された後に堆積した細粒物質で覆われることもある。荒川の判読における特徴は以下の通り。

- ・ 写真-2において、低水路に現地形が認められる。
- ・ 網状流路から蛇行流路への移行帯では、中州性微

高地の上を蛇行流路の堆積物（自然堤防）が被覆している可能性があり、不明瞭となっている。



写真-2 中州性微高地（熊谷市付近）

赤点線は紡錘形の高まり。(写真は米軍撮影 M635-32 を使用)

3) ポイントバー（または突州、寄州）

蛇行河川の外岸側は水深が深く、流速が早いことから浸食が進む。一方、内岸側は水深が浅く堆積が進む。蛇行河川の内岸側に、流下方向へ延びるように形成される州がポイントバーである。流下方向に直行する断面で見ると、水平ではなく外岸側に傾斜する方向で堆積する。ポイントバー堆積物は後背低地に比べて粗粒な堆積物で構成されると考えられる。荒川の判読における特徴は以下の通り。

- 空中写真での線状地形の判読は困難だが、土地利用の配列（特に旧版地形図の情報）、周辺地盤の比高（自然堤防未満・旧河道以上）等で総合的に

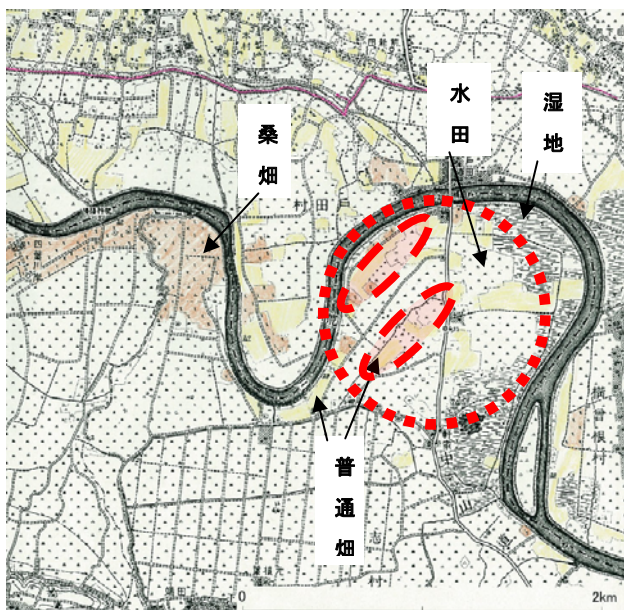


図-1 ポイントバー（東京都北区付近）

赤破線部をポイントバーと推定する。  
(陸地測量部 1/2 万地形図 白子を使用)

判断ができる(図-1)。

- 本川近くでは、現在の荒川による堆積物で被覆もしくは、洪水形態の違いから自然堤防が形成されている可能性がある。

荒川における試行の結果、河川堆積物に関連が深いと考えられる地形区分が抽出できた。ただし、海岸地形および風成の地形については荒川沿川では顕著な例が存在せず、検証ができなかった。今後は海浜地形が発達する地域で試行を行うとともに、各種の地形と堆積物との関係を調査する必要がある。

3. 微地形と堆積構造を考慮した自然堤防周辺の地質構造の推定

堤防周辺の基礎地盤の性状把握は、ボーリング調査、サウンディング調査に基づき地質構造を推定することが多い。しかしながら通常作成されている地質断面図を見ると、同一の層相を側方に連続させるように作成したものが多く、堆積学的に合理性のある推定を行っていないことが多い。

本研究では、離散データであるボーリング資料に加えて、連続データとして得られる地形学的情報および堆積学的な知見を踏まえた、自然堤防周辺の地質構造の推定を試みた。

3.1 対象地域および調査方法

対象地域は、自然堤防が良く発達し、ボーリング資料が豊富な、埼玉県比企郡吉見町古名付近(図-2)を選定

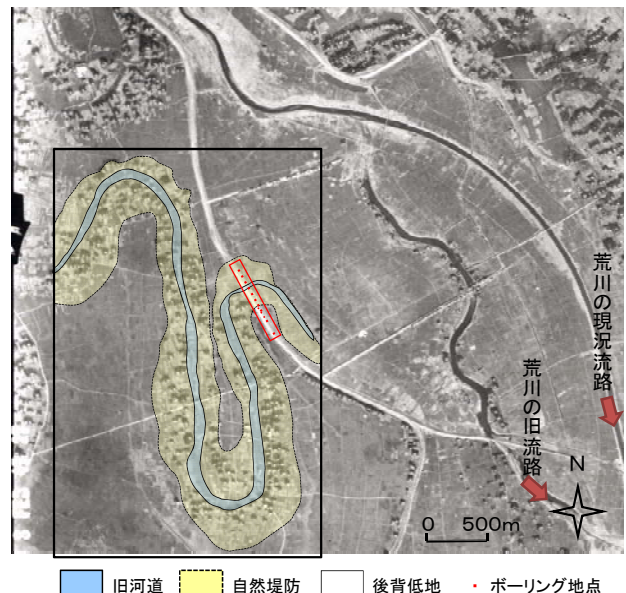


図-2 埼玉県吉見町古名付近の空中写真と地形分類図

(写真は1947年2月3日 米軍撮影 M28-25 を使用)

地質断面図作成に用いたボーリングの地点を合わせて示す。

黒枠は地形分類図作成範囲、赤枠は地質断面図作成範囲。

した。本地域は北西から南東方向に流下する荒川の氾濫原であり、荒川の蛇行跡の地形（旧河道と自然堤防）が顕著である。またこの付近では旧河道と自然堤防の地形を横断する方向に、ボーリング資料が延長約500mに渡り約50m間隔で存在する。さらに、本地域においては数本のボーリングコアについての観察経験があることから、地形と堆積物との関係についてある程度把握している。

調査方法は、空中写真判読による地形分類図を作成すると共に、自然堤防周辺のボーリング資料を収集した。そして、地形学的情報と堆積学的情報を踏まえて自然堤防周辺の地質断面図を作成した。

空中写真は米軍撮影の縮尺約4万分の1白黒写真（M28 25および26）を用いた。また、ボーリング資料は国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所より提供頂いた。

### 3.2 結果

図-2に地形分類図、図-3に作成した地質断面図を示す。地形区分としては、旧河道、自然堤防、および後背低地が存在した。本地域における空中写真判読の判読基準を表-2に示す。地質断面図の区分としては、従来、「礫」「砂」「シルト」「粘土」など、土質構成によることが多い（たとえば図-4）。しかしながらこのような区分は、地質の成因と直接関係がないことがあり、地質の成因に根ざした推定にはなっていない。本研究では、ボーリング資料の記載および地形分類を元に、堆積環境に基づく地質区分を試みた。地質区分と推定の根拠、土質との対応を表-3に示す。

この付近の地形は荒川堤防の堤外地側の地盤高が、堤内地盤高より約3m高い。これは、江戸時代以前より堤防が築かれ、河川が堤外地に長期間固定化された結果、

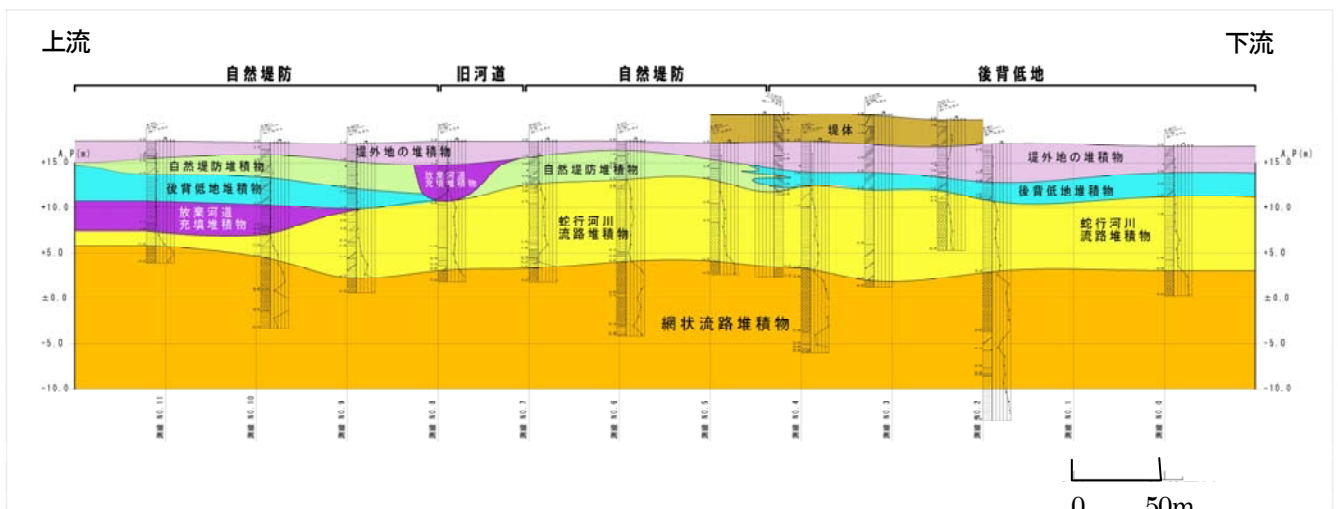


図-3 堆積環境によって区分した地質断面図の例

埼玉県吉見町古名付近の荒川堤防川表側の断面図。ボーリング資料の記載を元に、堆積環境を推定して区分したもの。

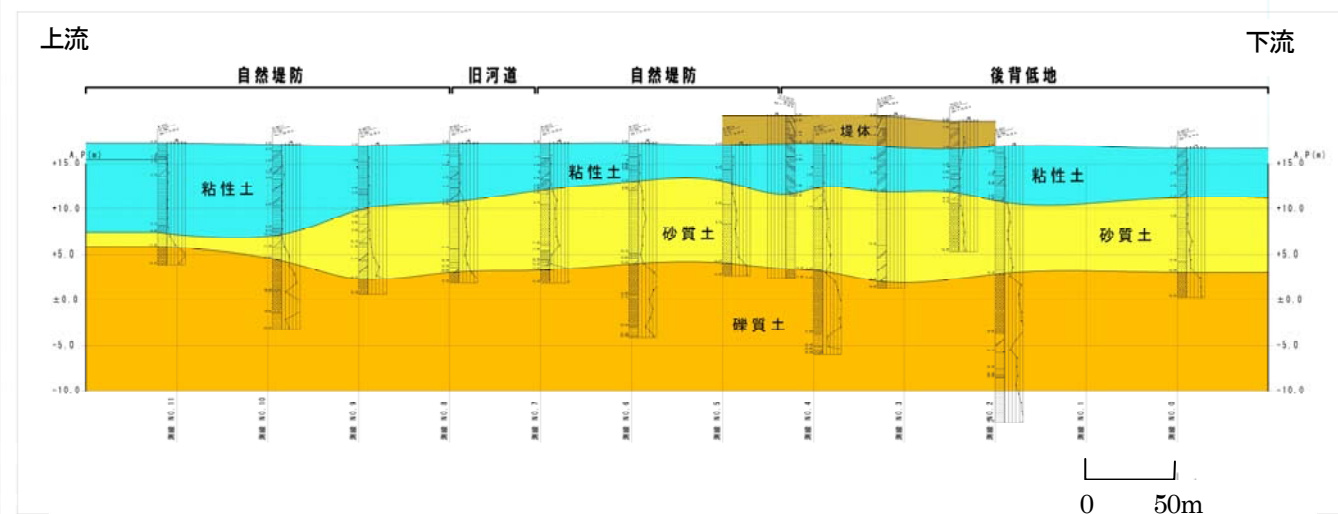


図-4 土質構成によって区分した地質断面図の例

埼玉県吉見町古名付近の荒川堤防川表側の断面図。ボーリング資料の記載を元に、土質構成によっておおよそ区分したもの。

表-2 本地域における空中写真判読規準

地形区分	平面形	比高	色調その他
旧河道	蛇行河川の形状で連続	周辺よりやや低い	周辺よりやや暗色
自然堤防	河川周辺部に比較的連続的に分布	周辺よりやや高いことが多い	淡色（土壌水分が少ないため）
後背低地	旧河道、自然堤防に当てはまらないもの	平坦、あるいはやや窪地をなす	暗色を示す部分が多い

表-3 本地域における地質区分

堆積環境に基づく地質区分	推定の根拠	土質との対応
堤体	築堤履歴	様々
堤内地の堆積物	堤外地と堤内地の地盤高の差	シルト～砂質シルト
放棄河道充填堆積物	主に旧河道地形と堆積物中の腐植の存在	腐植混じりのシルト～砂混じりシルト
後背低地堆積物	主に後背低地の地形および堆積物の粒度がやや細粒であること	有機質土、粘土、シルト、細砂を挟むこともある
自然堤防堆積物	主に自然堤防地形および後背低地堆積物より相対的に粗粒であること	シルト、細砂およびその互層
蛇行河川流路堆積物	やや粗い砂で構成	中粒砂～礫混じり砂
網状流路堆積物	礫を主体に構成	礫層、砂礫層

堤外地側に堆積が進んだものと考えられる。そこで、地質断面図においては、表層約3mを「堤内地の堆積物」とした。また、昭和57年以降、平成14年までの間に堤外地側に堤防の拡築がおこなわれたことから、一部のボーリングの孔口標高が3m程度高くなっている。標高が高くなった部分については「堤体」と表記した。

放棄河道充填堆積物は、基本的に地形分類結果に基づき旧河道にあたる部分で腐植の存在が認められるものとした。ただし、断面図の上流端部の標高10m付近に存在する腐植質の堆積物は、下位の蛇行河川流路堆積物と考えられる砂層を削り込んで堆積しているように見える

ことから、放棄河道充填堆積物とした。放棄河道は堆積が進むにつれ、後背低地堆積物に漸移すると解釈した。

後背低地堆積物および自然堤防堆積物は、主に地形分類結果および堆積物の粒度によって区分した。近傍のボーリングコアの詳細観察からは、自然堤防地形の表層部に粘土分がやや多く、植物根が多数認められる湿地的な堆積物が認められており、これらの堆積物の正確な区分には、ボーリングコア観察が必要であると考えられる。従って、本区分については不確かな部分が含まれている。

蛇行流路堆積物および網状流路堆積物は、それぞれやや粗い砂および礫で特徴づけられるものと解釈した。

### 3.3 地質断面図作成にあたっての課題・留意点

当該地域の現地地形や現在の河川の河床材料、洪水時に運搬する堆積物、および周辺の地盤の構成材料に関する知見や観察経験があると、地質構造の推定精度が向上するものと考えられる。

本研究では既存のボーリング調査資料に基づいて堆積環境に基づく地質区分を行ったが、より精度の高い地質構造の推定を行うためにはボーリングコア観察に基づく堆積環境の推定について知見を集積し、河川堤防基礎地盤のためのコア観察要領等として、まとめる必要がある。

また、堆積環境が異なれば、地盤の工学的性質が異なると推測されることから、今後、地形や堆積環境と地盤の工学的性質（特に透水係数やパイピング特性など）との関係について検討が必要である。

## 4. 基礎地盤のパイピング進行に対する抵抗性の調査手法の検討

### 4.1 研究の概要

基礎地盤のパイピングで問題となるのは、パイピングの進行による基礎地盤の空洞化等により、堤防に変状（沈下やクラック等）が発生し、それが要因として破堤にいたることである。濁りがなく、あるいは継続的な噴砂を伴わない湧水で終止するならば、早急に対策工（止水矢板やドレーン工）を行う必要は低いと考えられる。

そこで、堤防基礎地盤の原位置パイピング特性調査手法を検討するため、パイピングの進行性を適切に把握することを目的として、室内試験を実施した。

### 4.2 研究方法

地盤材料や強度（締固め）の違いによるパイピングの進行性に対する抵抗性の違いを把握するため、室内実験を実施した。

#### (1) 実験装置の仕様および実験試料

実験装置を図-5に示す。装置は幅650mm、高さ500mm、奥行き500mmの亚克力製水槽で、給水装

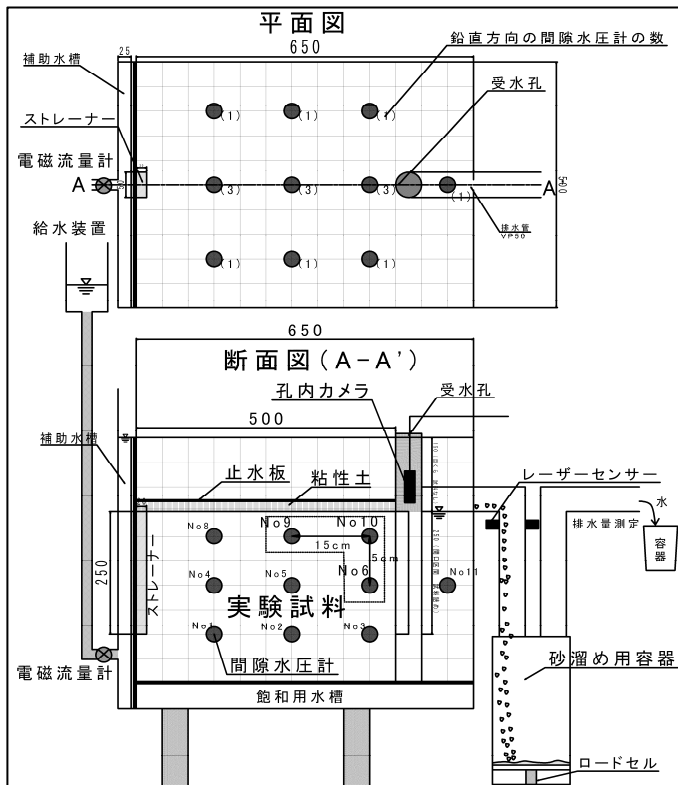


図-5 実験装置の概略図

表-4 実験に用いた試料の物性

case	細粒分含有率 (%)	締固め度 (%)	土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	透水係数 (m/sec)
case1	5	85	2.69	1.65	$2.81 \times 10^{-4}$
case2	5	90			$1.87 \times 10^{-4}$
case3	5	95			$6.94 \times 10^{-5}$
case4	10	85	2.72	1.81	$1.18 \times 10^{-4}$
case5	10	90			$5.50 \times 10^{-5}$
case6	10	95			$1.80 \times 10^{-5}$
case7	30	85	2.71	1.94	$8.71 \times 10^{-5}$
case8	30	90			$2.62 \times 10^{-5}$
case9	30	95			$5.95 \times 10^{-6}$

置、補助水槽、飽和用水槽、砂溜め用容器を設置した。

ストレーナー区間は幅 50mm、高さ 250mm とし、パイピングを発生させる弱点箇所としてφ 50mm の受水孔を設置した。ストレーナーの区間と受水孔の間隔は 500mm である。受水孔の水位を常に一定に保つために排水口を設け、流出した土砂は砂溜め用容器に、排水は砂溜め用容器からオーバーフローしたものを容器で採水できるようにした。

測定計器としては電磁流量計、間隙水圧計 (16 個)、にごりを測定するために排水口付近にレーザーセンサー、流出土砂量の経時的な変化を把握するために砂溜め用容

器にロードセル (3 個) を設置した。

実験に用いた試料 (表-4) は、粒度構成の違いによるパイピングの進行に対する抵抗性を把握するために最大粒径が 850μm、細粒分含有率(Fc) が 5%の砂質土と、これに粘土 (トチクレイ) を加えて細粒分含有率を 10%、30%に粒度調整した計 3 種類の砂質土を利用した。また、強度の違いによるパイピングの進行に対する抵抗性も把握するために実験ではそれぞれの試料について締固め度 (Dc)が 85%、90%、95%の 3 ケースで行った。

#### (2) 実験方法

実験地盤の製作にあたっては、実験試料を層厚 5cm ずつ 7 層に分けて必要な締固め度になるように管理しながら製作した。実験試料の上位には粘性土を層厚 2cm 程度で敷き均し、アクリル製の止水板を設置した。

実験地盤製作後は飽和用水槽を利用して、実験地盤の下面よりゆっくり水を供給し、実験地盤を 2 日以上水浸させ、十分に飽和させた。

実験は、ストレーナー区間と受水孔間の平均動水勾配が 0.1 (水位差 5cm) ずつ増加するように給水装置を上昇させ、段階毎に受水孔内の状況、流入水量、間隙水圧、流出土砂量、透過量 (にごり)、排水量を測定した。受水孔内の状況は孔内カメラ撮影により観察した。排水量は 1 時間に容器に採水した量をデジタル秤で測定を行った。その他の測定項目については 1 秒毎にデータロガーを用いて自動計測した。なお、水位上昇間隔は 5 分間を基本としたが、流入水量が増加または受水孔内の土砂に動きが生じた場合には、流入水量および土砂状態が定常状態になったことを確認した後に次の平均動水勾配に上昇させた。

### 4.3 実験結果および考察

#### (1) 受水孔内の土砂状況変化とパイピングの進行

受水孔内の土砂状況は case9 (Fc=30%、Dc=95%) を除き、以下に示す 2 つの土砂状況の変化が各実験ケースに共通して確認することができた。case9 は平均動水勾配 2.9 で補助水槽から漏水したため、土砂流出②を確認することが出来なかった。

土砂流出①：最初に噴砂した時点。これ以後、継続的な噴砂が続く。

土砂流出②：写真-3 に示すようにストレーナー区間と受水孔間の空洞が繋がった時点。大量の土砂流出と排水が発生する。

土砂流出②になった時点が、パイピング破壊が終了した時点であり、パイピングの進行とは、土砂流出①が生じた時点から、土砂流出②になるまでの過程であ

ると考える。

土砂流出②時点の平均動水勾配が高いほど、または、土砂流出①および土砂流出②時点の平均動水勾配の差が大きいほどパイピングの進行に対する抵抗性は高いと考えられる。

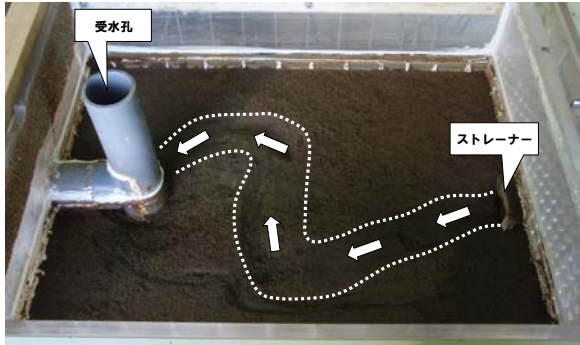


写真-3 Case2の実験終了後の状況

実験終了後に止水板を取り外したところ。止水板の直下に図のような空洞が形成された。

よって、土砂流出①および土砂流出②時点を原位置で確認することができれば、原位置でもパイピングの進行の抵抗性を評価することができる可能性がある。

(2)流量と土砂状況変化との関係

図-7に細粒分含有率  $F_c=10\%$  (case4~case6) における流量の経時変化を示す。各 case とも土砂流出②が発生した時点で流量が急激に増加する。一方、土砂流出①が発生した時点と流量には明瞭な関係が認められなかった。細粒分含有率 5%および 30%の各ケースについても同じような傾向を示した。

流量の変化を確認することで、土砂流出②の発生時点を確認できる可能性を示唆している。

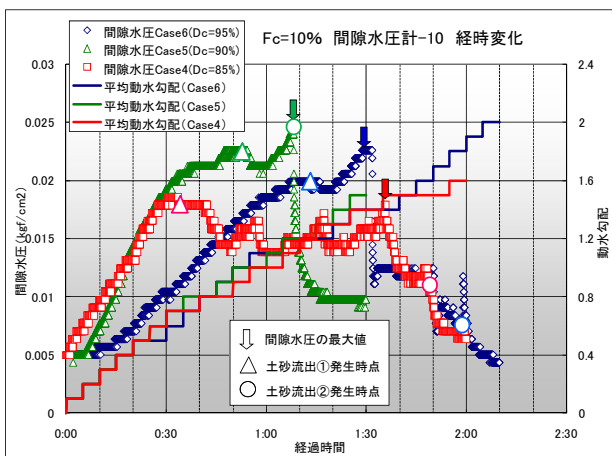


図-7 経過時間と流量の関係 ( $F_c=10\%$ )

(3)間隙水圧と土砂状況変化との関係

図-8に細粒分含有率  $F_c=10\%$  (case4~case6) における受水孔直下に設置した間隙水圧計 (No10) の経時変化を示す。各 case とも土砂流出②が発生した時点で間隙水圧が大きく低下し、ほぼ初期の間隙水圧まで戻る。一方、土砂流出①が発生した時点付近から間隙水圧の上昇勾配が緩やかになる傾向が伺える。細粒分含有率 5%および 30%の各ケースについても同じような傾向を示した。

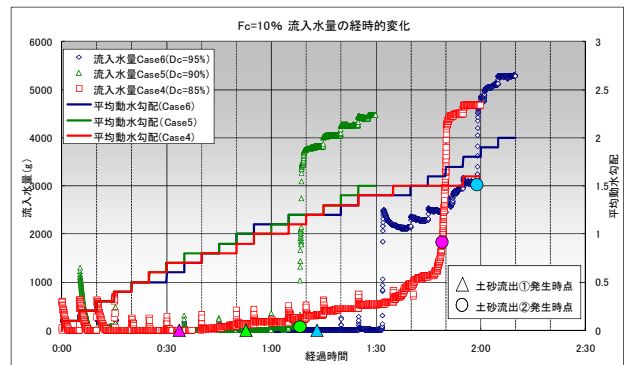


図-8 経過時間と間隙水圧計 No10 の関係 ( $F_c=10\%$ )

このことから、間隙水圧の変化を確認することで、土砂流出①と土砂流出②の発生時点を確認できる可能性が示唆される。

(4)粒度構成、締固め度によるパイピングの進行に対する抵抗性の違い

図-9に土砂流出①、図-10に土砂流出②を確認した時点の平均動水勾配と細粒分含有率、締固め度との関係を示す。

図-9に示すように、土砂流出①に関しては、ほぼ細粒分含有率および締固め度が小さいほど、土砂流出①が発生した時点の平均動水勾配は小さくなる。このことは、細粒分含有率および締固め度（強度）が小さいほどパイピングの進行が始まりやすいことを示唆している。

図-10に示すように、土砂流出②に関しては、細粒分含有率が小さいほど、土砂流出②が発生した時点の平均動水勾配は小さくなるが、締固め度については、細粒分含有率が 10%以下の場合、締固め度 90%が土砂流出②が発生した時点の平均動水勾配が最低値を示す。このことは、細粒分含有率が小さいほど、パイピングの進行に対する抵抗性は小さくなるが、細粒分含有率が 10%以下の粒度構成などでは、締固め度（強度）が小さいほど、パイピングの進行に対する抵抗性が小さくなるとは限らないことを示唆している。この原因については、今後、検討を行う。

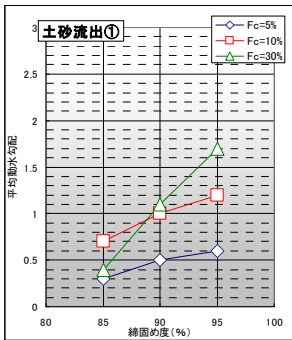


図-9 土砂流出①時点  
の平均動水勾配と締固  
め度の関係

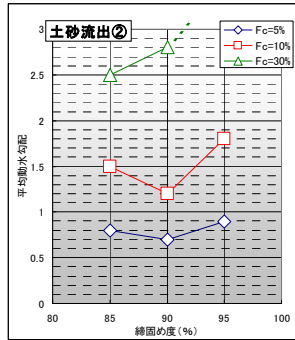


図-10 土砂流出②時点  
の平均動水勾配と締固  
め度の関係

## 5. まとめ

- 1) 河川堤防周辺の基礎地盤に関する、適切な3次元地盤構造の推定のために、堆積構造との関連性に着目した平野の地形分類試案を作成した。荒川において地形分類の試行をしたところ、河川堆積物と関連が深いと考えられる地形区分について抽出ができた。
- 2) 荒川中流域において、ボーリング資料を基に地層の堆積環境を区分し、微地形と堆積構造を考慮した自然堤防周辺の地質断面図を作成した。今後はより精度の高い地質構造の推定を行うためにボーリングコア観察に基づく堆積環境の推定についての知見を集積し、河川堤防基礎地盤のためのコア観察要領等としてまとめる必要がある。また、堆積環境が異なれば、地盤の工学的性質が異なると推測されることから、今後、地形や堆積環境と地盤の工学的性質（特に透水係数やパイピング特性など）との関係について検討が必要である。
- 3) 室内実験結果より流量および間隙水圧の変化を確認することで、パイピングの進行を確認することができる可能性が示唆された。
- 4) 室内実験結果より粒度構成、締固め（強度）の違いによりパイピングの進行に対する抵抗性が異なることが判った。これらの原因については、今後、詳細に検討を行う。

## 参考文献

- 1) 八木下晃司:岩相解析と堆積構造, 古今書院, 222p., 2001.
- 2) 中川・吉田・品川・佐々木: 河川堤防基礎地盤のパイピング進行に対する抵抗性に関する室内実験, 第45回地盤工学会研究発表会 (投稿中)



## A STUDY ON THE TECHNIQUES OF RIVER LEVEE FOUNDATION PERMEABILITY

**Budget** : Grants for operating expenses  
General account

**Research Period** : FY2007-2010

**Research Team** : Material and Geotechnical  
Engineering Research  
Group (Geology)

**Author** : SASAKI Yasuhito  
SHINAGAWA Shunsuke  
YOSHIDA Naoto

**Abstract:** In order to estimate the three-dimension ground structure, we have produced a tentative plan of landform classification system for plains with special attention being paid to the sedimentary structure. Having applied this new landform classification system to Ara River, some landform classes related to river sediment have been identified. Additionally the classification was made with respect to the sedimentary environment of strata based on the boring data. This has made it possible to construct a geologic section map on and near the natural levee in the middle section of Ara River, which took micro landforms and sedimentary structure into consideration. We should proceed to accumulate further knowledge and experience based on the observation to make more precise estimation system of the sedimentary environment. Another line of future research is the investigation of the relationship between landforms and sedimentary environment, and the engineering properties of the ground.

In order to develop a field investigation method for piping properties of natural ground on river levees, laboratory piping tests were conducted, and we obtained some observation data of the process of piping failure.

**Keywords** : landform classification, sedimentary structure, geological section, piping