

# Project brief 2

## プロジェクト紹介【寄稿】

### 堤防を守る

～歴史ある堤防の調査と補強～

檀上裕司

DANJO Yushi  
株式会社アイ・エヌ・エー  
河川技術部  
課長補佐



植野直美

UENO Naomi  
株式会社アイ・エヌ・エー  
河川技術部  
課長補佐



小俣雅志

OMATA Masashi  
株式会社アイ・エヌ・エー  
河川技術部  
課長補佐

渋谷典幸

SHIBUYA Noriyuki

#### はじめに

斐伊川は、神話が多く残る島根県出雲地方に流れる一級河川である。古くから人間とのかかわりが深く、“ヤマタノオロチ伝説”は、この川の治水事業がモデルではないとも言われている。

斐伊川上流域の地質は、花崗岩が主体である。古くからの“たたら製鉄”で使う砂鉄を採取した後、斐伊川に流された土砂により、下流域には大量のマサ（風化した花崗岩）が供給された。マサにより河床が埋め尽くされると“川違え”が行なわれ、流路の変更が繰り返された。現在の河道も河床が上昇し、典型的な天井川となっている。

本稿では、平成18年7月豪雨時に実施した堤防モニタリング調査で遭遇した、堤体陥没に対する緊急対応と、その後の原因究明調査、ならびに対策工設計について紹介する。

#### 平成18年7月豪雨の特徴

平成18年7月15日夜半から降り始めた雨は、18日まで続き、流域平均総降雨量378mmを記録した。斐伊川本川での水位は、下流の灘分観測所において、19



図1 平成18年7月豪雨時 斐伊川本川下流部のり面変状発生箇所

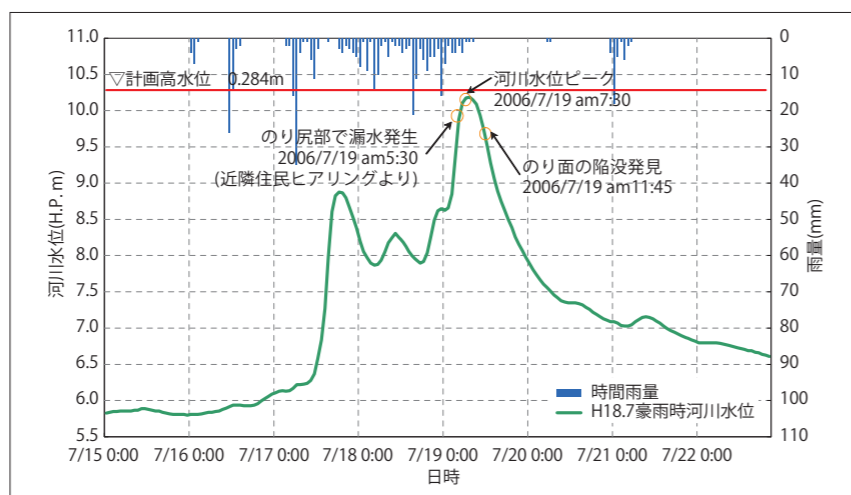


図2 平成18年7月豪雨時の水位と雨量(R7k500地点の水位を推定)

日午前7時に計画高水位を67cmも超過し、既往最高水位を更新した。

堤防沿いでは多数の漏水が発生し、うち2箇所でのり面に変状が発生した。

#### 現地での水防活動

我々は、19日の夜明けから堤防沿いの踏査を開始し、変状や漏水がないかどうかの確認を行なった。

河口から7.5kmの右岸地点(R7k500)で、のり面の陥没に遭遇したのは、午前11時45分頃である。水防団の方々が状況を確

認しているところに我々が通りがかった。堤体のり面が陥没し、のり尻では噴砂を伴う漏水が発生していた。

我々としても、実際に陥没が起こっている現場に立ち会ったのは初めてであった。社内にいる防災エキスパートと電話連絡を取りながら、水防団の方々と協力し、月の輪工（漏水口の周囲に土嚢を積み、河川との水位差を縮めて水圧を弱め、漏水口の拡大を防ぐ工法）や土嚢強化による緊急対策工を行なった。

緊急対策工が完成した頃には河川水位が低下し始め、漏水量

も減り、やっと一安心といった心地であった。

#### 原因調査

漏水ならびに陥没の原因を調べるため、開削調査、ボーリング調査、各種試験を実施した。

実際に変状した箇所を対象に堤防開削が実施された例は、全国的にも珍しいのではないだろうか。今回の開削調査では、陥没により発生したせん断面を直接観察することができた。せん断面に挟まれた緩みゾーンは開削面底盤より下の基礎地盤に向かっており、その深部には簡易貫入試験のコ



図3 変状の発生と水防活動の状況(7月19日)



ーンが自沈するほど軟弱な層が分布していた。

また、漏水地点ではパイピング跡が見つかり、その底盤に湧水が確認された。

一方、のり尻付近の構造に着目すると、ドレーンの堤内側に粘性土に近い材料の盛土が確認された。ドレーンと堤体材料を縁切りしており、これにより堤体内浸透水の排水が阻害されている可能性が考えられた。

地表付近においては、旧表土と現表土の間に薄い砂材料(図4のVI)が確認された。近隣住民へのヒアリングから、当地点は過去にも陥没が発生したことがあり、この砂材料は過去の被災時の埋め戻し材であることが判明した。今回の陥没は、この埋め戻し材の分布とほぼ同じ位置で発生している。

これらの情報は、ボーリング調査のみでは判明し得なかった事象であり、堤体開削調査を行ったことによって変状発生の詳細が判明したと言えよう。

ボーリング調査では、堤防直下に非常に緩い砂層と、含水比の非常に高い粘性土層が確認された。緩い砂層では、パイピングが発生して細砂の流出が起こった。粘性土層は、堤体内の浸透水が基礎地盤へ流下することを妨げた。また、粘性土層の一部の細粒分も流出したものと考えられた。

### 変状の発生原因

変状の発生機構としては、堤体直下にある軟弱層(砂・シルト)においてパイピングが発生して砂が流出したため、堤体盛土が沈下し、陥没が地表に現れたものと考えられた。当地点が何度も被災している原因としては、以下の2点が大きく影響していると考えられる。

- ① 堤体直下に軟弱層が分布すること
  - ② 噴砂箇所の直下で、河川水位低下後も湧水が確認されることから、地下水の流れが影響していること
- このことは調査結果をモデル化

した浸透流解析においても再現された。

### 調査中の地元説明

出雲河川事務所の意向により、調査中、地元住民を対象とする説明会を行った。

関係者のみの少人数の参加であろうとの予想を大きく上回り、多くの方が仕事の手を休め説明会に参加して下さった。説明会では、当方の話に耳を傾けてくれるだけではなく、開削面を入れ替わり立ち替わり観察され、様々な質問をいただいた。また、貴重な意見や経験談を多数伺うことができた。

地元の方々の関心の高さに驚かされ、より安心していただけるように対策をしなければならぬと、身が引き締まる思いであった。

### 安定検討と対策工

変状発生を解消する方策は、直接堤体内に浸透する水を遮断するとともに、堤体に浸透してしまった水を速やかにドレーン



写真1 住民説明会の状況

から排水することである。その対策工として、遮水シート、止水矢板の設置、のり尻ドレーンの改築を設計した。基礎地盤のパイピング発生層については、良質土により置換えを行なった。

対策実施後の状況を写真2に示す。残念ながら、対策実施箇所

ののり尻は、斐伊川伝統の亀甲型のり枠ではなくなってしまった。しかし、何度も被災してきた地域を守るべく生まれ変わった堤防が、地元になじんでいくことを切望する。

### おわりに

過年度に堤防安全度評価を実施した斐伊川で、実際に被災が発生したことは、我々には衝撃であった。被災発生が堤防モニタリング実施中であったため、陥没発生時の状況が観察できたこと、水防団の緊急対策作業に微力ながら協力できたこと、その後の詳細な調査・設計まで一貫して携われたことは、非常に有益かつ貴重な経験となった。特に、地元の方々と身近に接することで、被災履歴がある地域に住む不安を共感することができた。また、地元の川を自分達の手で守ろうとする姿に深く感銘を受けた。

我々は業務の特性上、机上で物事を考えることが多い。今後は今回の経験を活かし、現場の状況や地元の生の声にもっと耳を傾けながら、少しでも地域の防災事業のお手伝いができるよう努力したい。

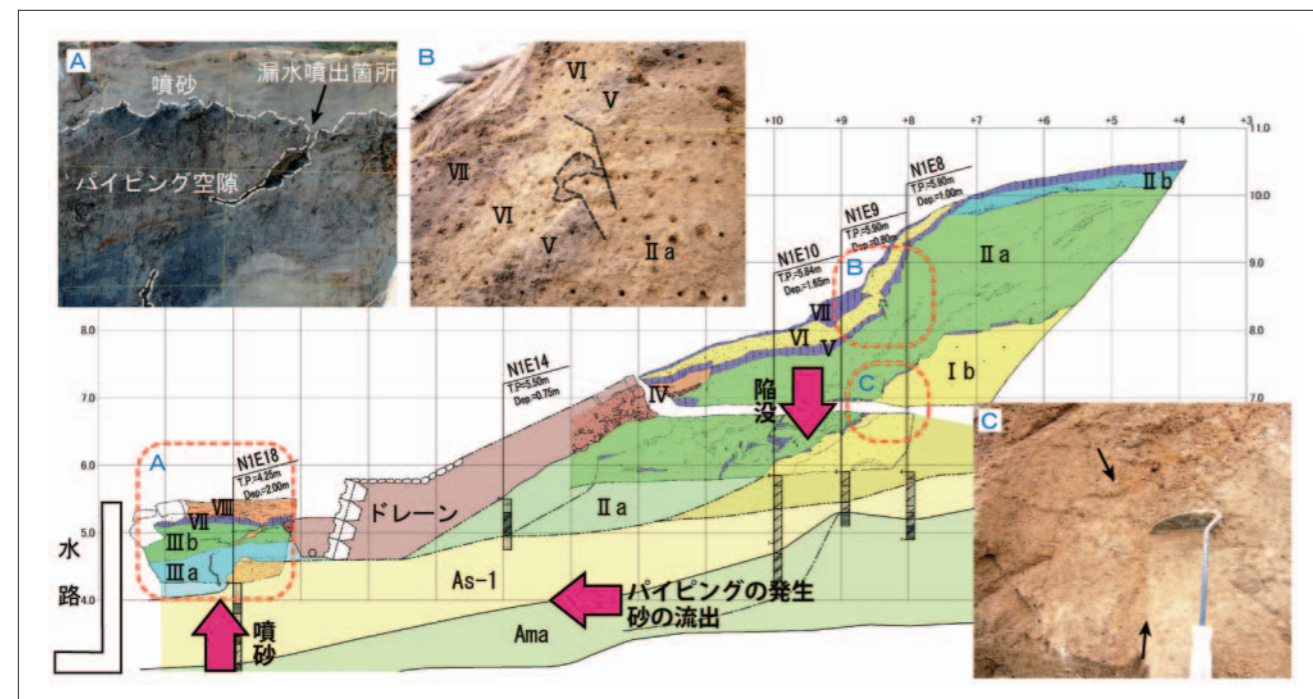


図4 開削面観察結果と変状発生機構の考察

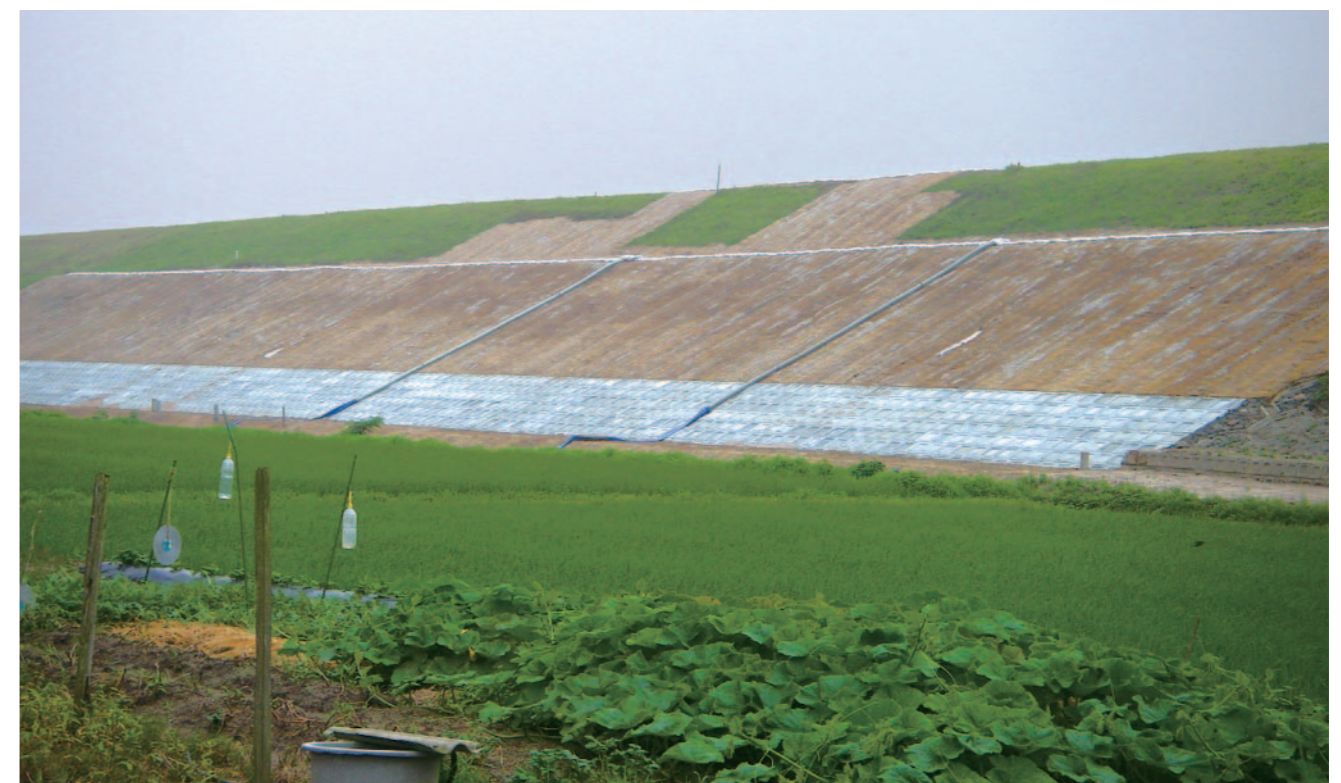


写真2 対策工完成直後の状況