

7. 台風23号による吉野川の漏水現象

7.1 台風23号による被災箇所の一例

概要

台風23号による吉野川の河川水位の上昇に伴い、吉野川右岸28k400付近の堤内側(畑地)において噴砂(ボイリング)が発生し、堤防裏のり尻付近が陥没した(次頁参照)。

噴砂は堤内側の畑地で比較的大きい(50~100cm)跡を4箇所、小さいもの(20cm程度)を数箇所確認した。また、被災箇所から下流へ約300m離れた場所(R28k200付近)においても、小規模な噴砂跡を確認した。

堤防裏のり尻の陥没は1箇所(R28k460付近)で発生し、裏のり尻付近が幅3.5mにわたり陥没、その深さは40~60cm程度であった。

現地状況

漏水箇所は、旧河道上に位置する。

漏水箇所は、平成9年度に実施された概略点検で「Dランク(危険度が高い)」に評価されており、噴砂の激しかったR28k400~450付近は、被災履歴を3回以上有する。

同様の条件であるR27k400~980は、漏水対策工(ブランケット+遮水護岸工)が施工されており、今回、漏水は確認されていない。

| 距離程 (km) | | 25.0 | 26.0 | 27.0 | 28.0 | 29.0 | 30.0 |
|------------------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|-----------------|
| 堤体特性 | 築堤年次 | 大正10-11年 | 大正9-10年 | | 大正7-11年 | 昭和30年以前 | 大正10-13年 |
| | 築堤回数 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 基礎地盤特性 | 土質区分 | 砂質土 | | | | | |
| | 治水地形分類 | 中洲性微高地 | 河川跡 | 中洲性微高地 | 河川跡 | 河川跡 | 氾濫平野 |
| 重要水防箇所 | 種別 | 漏水 | 漏水 | 漏水 | 漏水 | 日川跡漏水 | 漏水 |
| | 重要度 | B | A | B | A | B | B |
| 概略点検結果 (H9) | | D | C | D | C | D | D |
| 被災履歴 (H16.9現在) | | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 既設対策工 | ブランケット工 | | | | | | |
| | w護岸工 | | | | | | |
| | 矢板工 | | | | | | |
| | 遮水護岸工 | | | | | | |
| 台風23号による被災(漏水)箇所 | | | | | | | 28k200 ← 28k600 |

漏水箇所の概要

漏水箇所から下流側は、フトン籠が約100m区間で施工されており、さらにその下流では県道のための法止め擁壁が施工されている。

地質状況

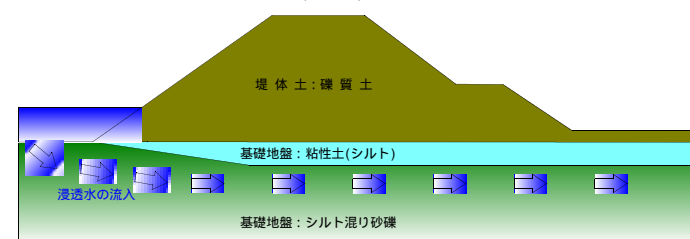
- 周辺で行われていた掘削工事の断面を観察すると、砂礫が厚く分布する箇所と粘性土が分布する箇所が認められる。
- 堤防下の基礎地盤は砂礫を主体として構成される。
- 陥没箇所の近傍を約1.9m試掘した結果、粘性土(シルト)が0.5m程度分布し、その下位にシルト混り砂礫を確認した。

漏水発生メカニズム

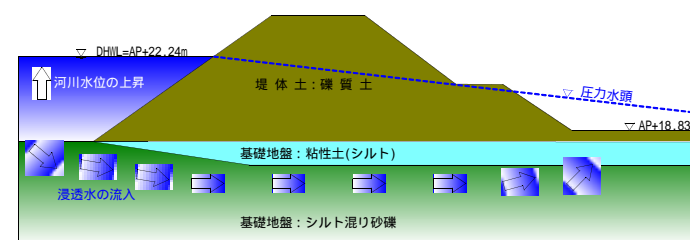
被災箇所のように、表層に約0.5mのシルト(不透水層)が分布する場合、河川からの浸透水はシルト下位に分布する「シルト混り砂礫(透水層)」を通して堤内側に浸透する。洪水により河川水位(外水位)が高くなるにつれて、シルト(不透水層)下位での圧力も上昇し、やがてシルト(不透水層)の圧力限界(いわゆる $G/W > 1.0$)に達すると、浸透水はシルトを突き破って表層(地表面)に流出する。この浸透水に伴って、砂礫に含まれる細粒分(シルト及び砂)が「噴砂」として地表面に表れたものと推測する。

また、噴砂が拡大するにつれて、堤防のり尻の砂礫(細粒分)も地表に噴出し、空洞化したことにより陥没が発生したと考える(下図参照)。

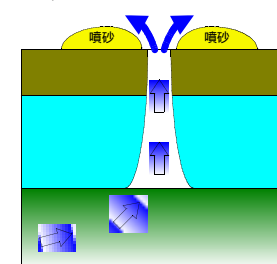
河川からの浸透水が「シルト混り砂礫(透水層)」を通して堤内側に浸透



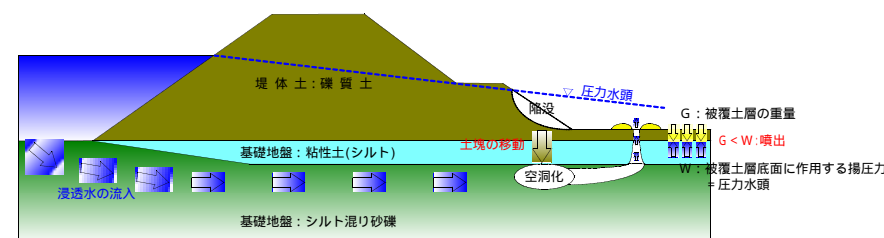
河川水位上昇に伴う堤内側の圧力水頭の上昇



浸透水がシルト(不透水層)を突き破って地表面へ噴出



噴砂の拡大に伴い、堤防のり尻部が空洞化して陥没に至る



漏水発生メカニズム



法尻付近全景



漏水痕跡状況 1



漏水痕跡状況 2



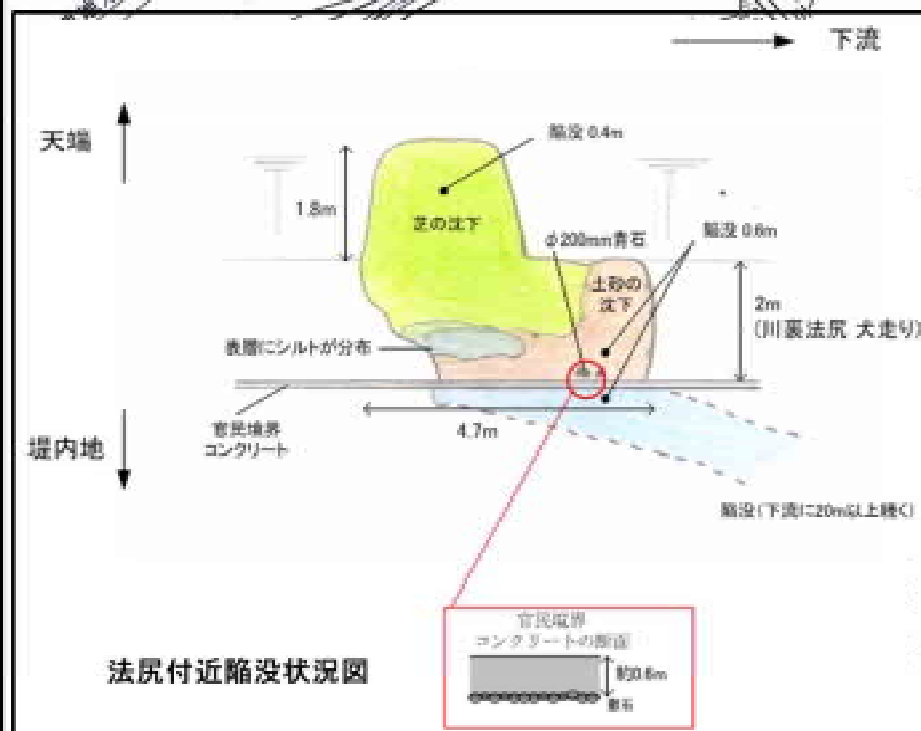
陥没箇所



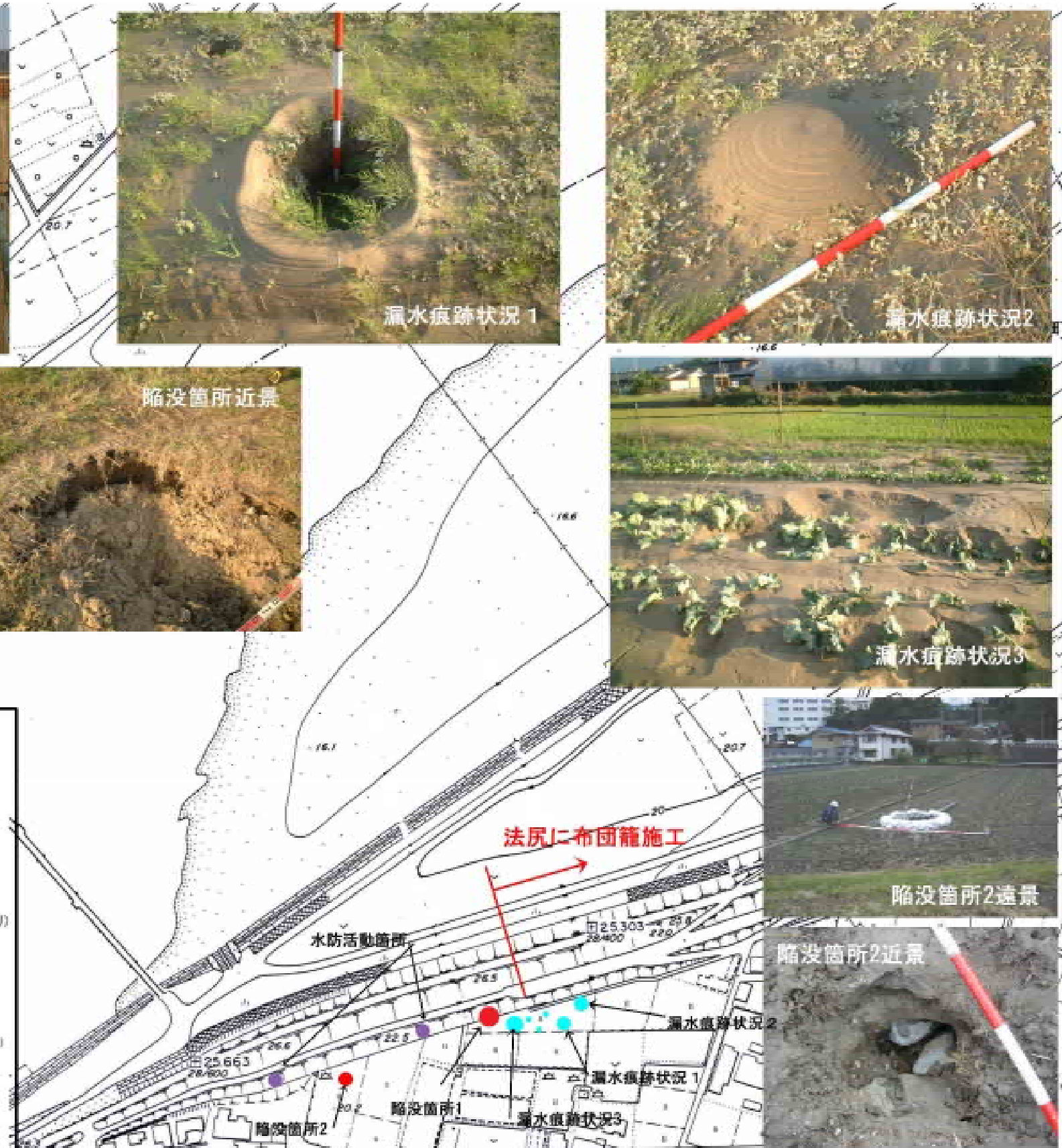
陥没箇所近景



漏水痕跡状況 3



法尻付近陥没状況図



陥没および漏水箇所概要図 (R28.4k 付近)



陥没箇所2遠景

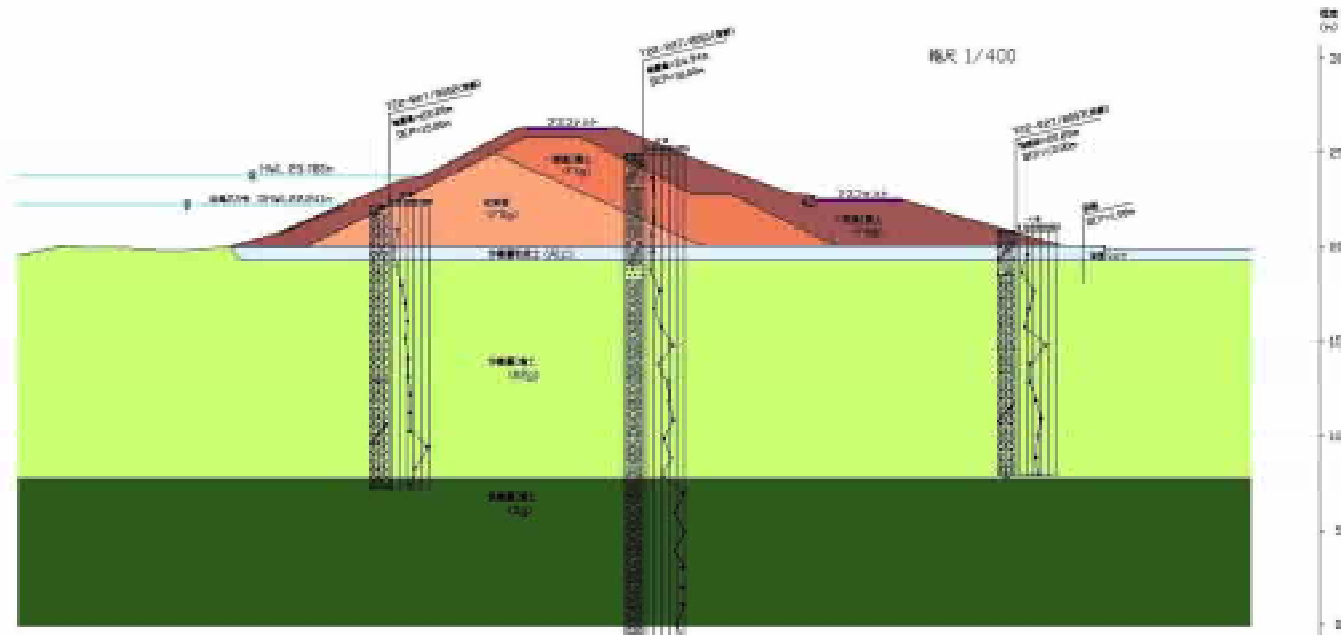


陥没箇所2近景

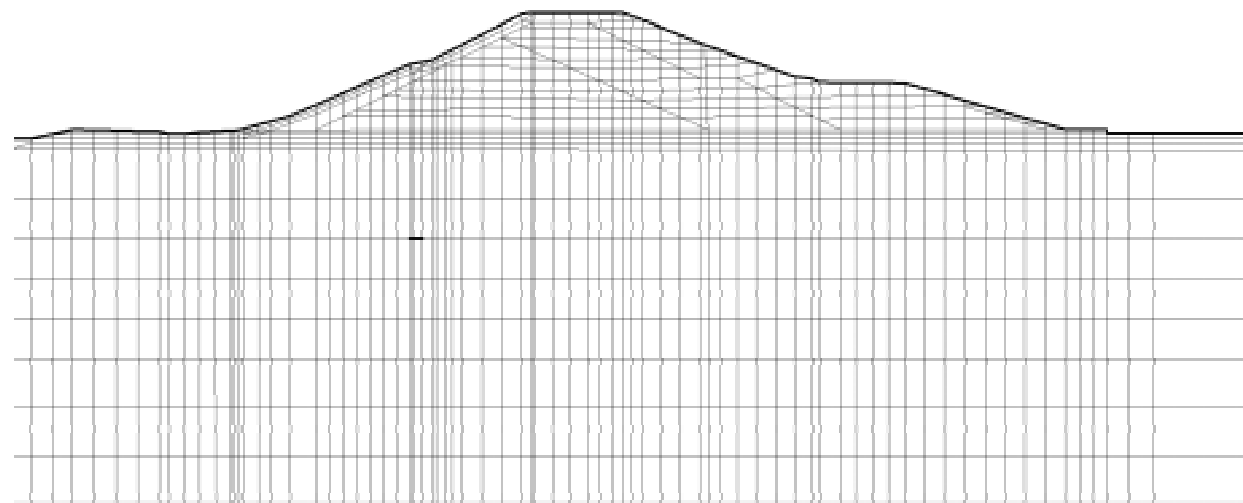
7.2 漏水現象の検証

台風23号により発生した吉野川右岸28k500付近の堤内側(畑地)における漏水現象(噴砂)を浸透流解析により検証した。

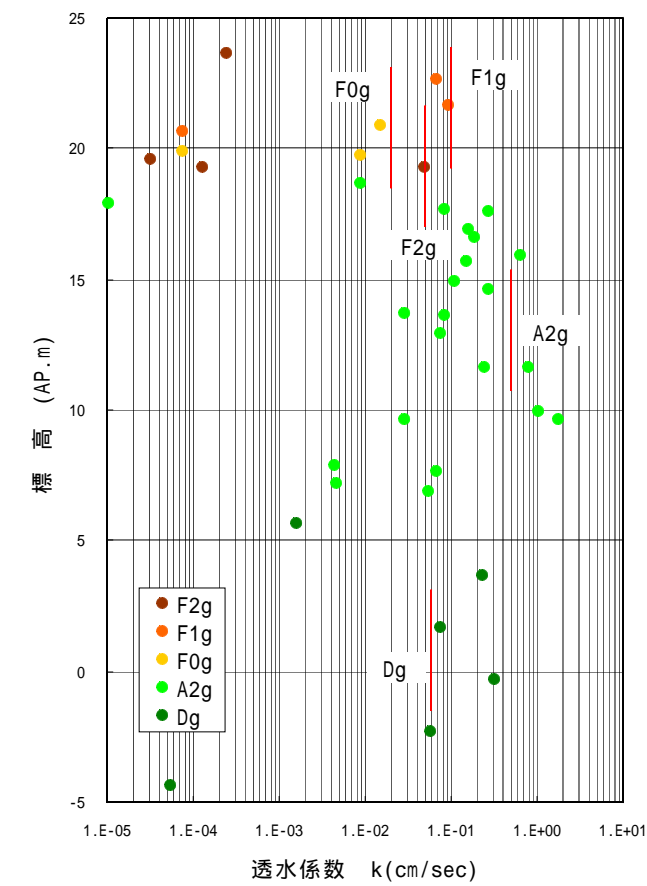
モデル断面図(吉野川右岸28k500)



浸透流解析メッシュ図



土質定数(透水係数)の設定

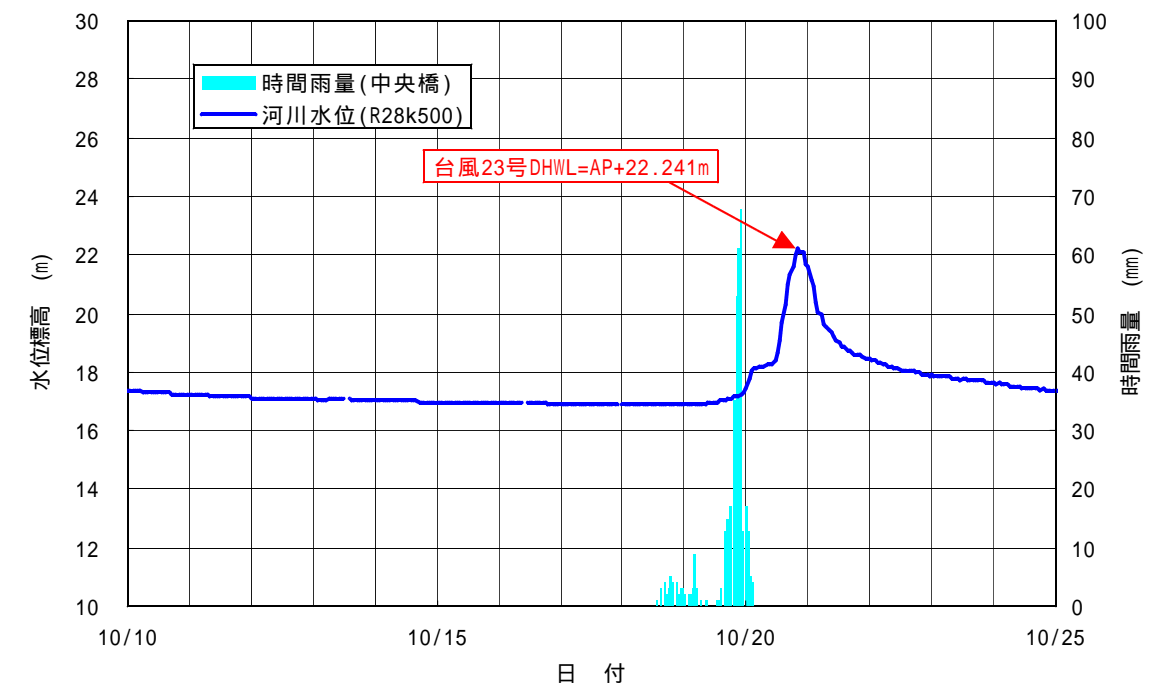


透水係数一覧表

| 地層名 | 地質記号 | 透水係数(cm/sec) |
|--------|------|--------------|
| 二期堤礫質土 | F2g | 5E-02 |
| 一期堤礫質土 | F1g | 1E-01 |
| 在来堤礫質土 | F0g | 2E-02 |
| 沖積層粘性土 | A1c | 1E-05 |
| 沖積層礫質土 | A2g | 5E-01 |
| 洪積層礫質土 | Dg | 6E-02 |

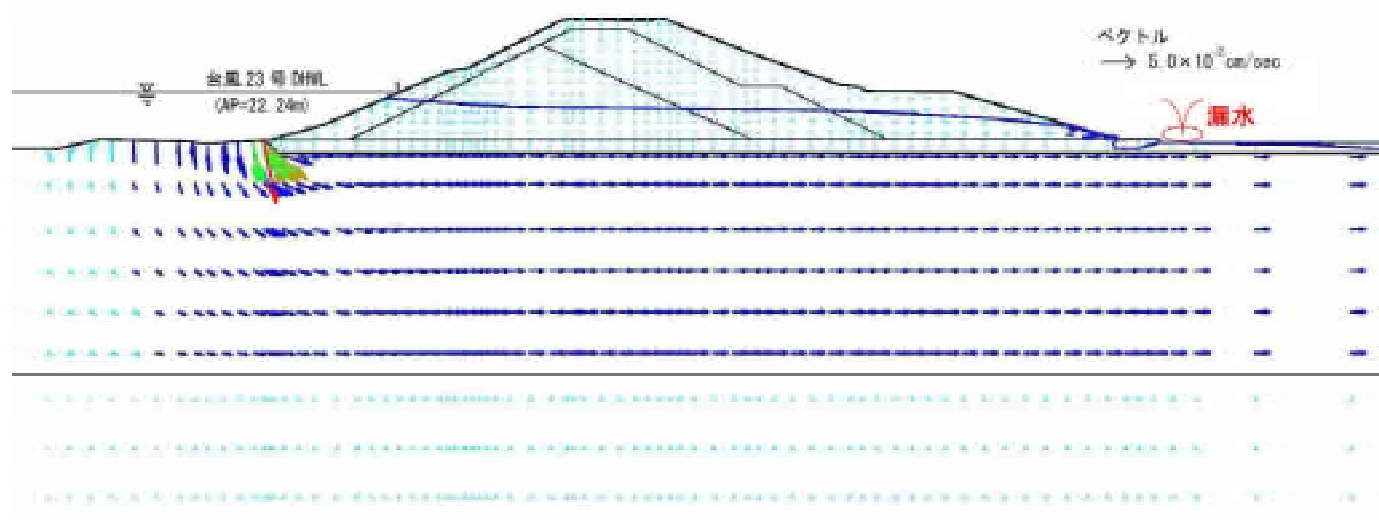
)F2g, F1g, F0g: 最大値を採用
A2g, A0g : 対数平均値を採用

台風23号による洪水外力



検討結果

浸透流解析の結果、吉野川右岸28k500の堤内地(畑地)ではG / Wpが1.0を下回り、解析においても漏水の可能性を示している。



浸透流解析結果図(ベクトル図)

堤防のり尻における漏水検討結果

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 吉野川R28k500 (堤防裏のり) | | | | | | | | | | | | |
| | | 裏のり | | のり尻 | 堤内地 | | 段差 | 堤内地 | | | | |
| 被覆土層の重量 | G (kN/m ²) | 31.79 | 25.90 | 19.99 | 14.08 | 14.08 | 14.08 | 10.28 | 10.28 | 10.28 | 10.28 | 10.28 |
| 揚圧力 | Wp (kN/m ²) | 14.59 | 14.25 | 13.91 | 13.57 | 13.35 | 13.12 | 12.89 | 12.50 | 12.11 | 10.55 | 8.99 |
| G / Wp | | 2.18 | 1.82 | 1.44 | 1.04 | 1.05 | 1.07 | 0.80 | 0.82 | 0.85 | 0.97 | 1.14 |

G / Wp < 1.0 : 噴出