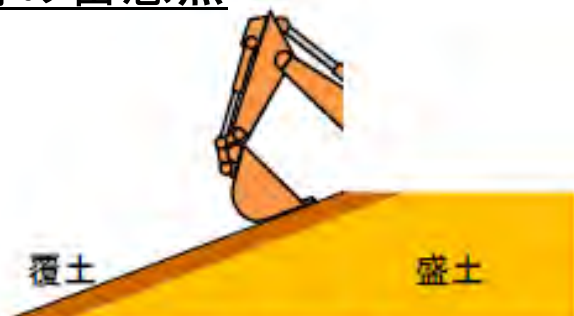


- 法勾配が3割未満であり、土羽土・覆土が堤体土と異なる材料を用いる場合には、法面整形における施工方法として、土砂を垂直に押さえるように施工することとされている（「河川堤防等の盛土法面にかかる施工・品質管理の留意点について（通知）」、事務連絡、平成26年1月8日）。

## 施工時の留意点



のり面の表面を押さえるように施工



土砂を垂直に押さえるように施工



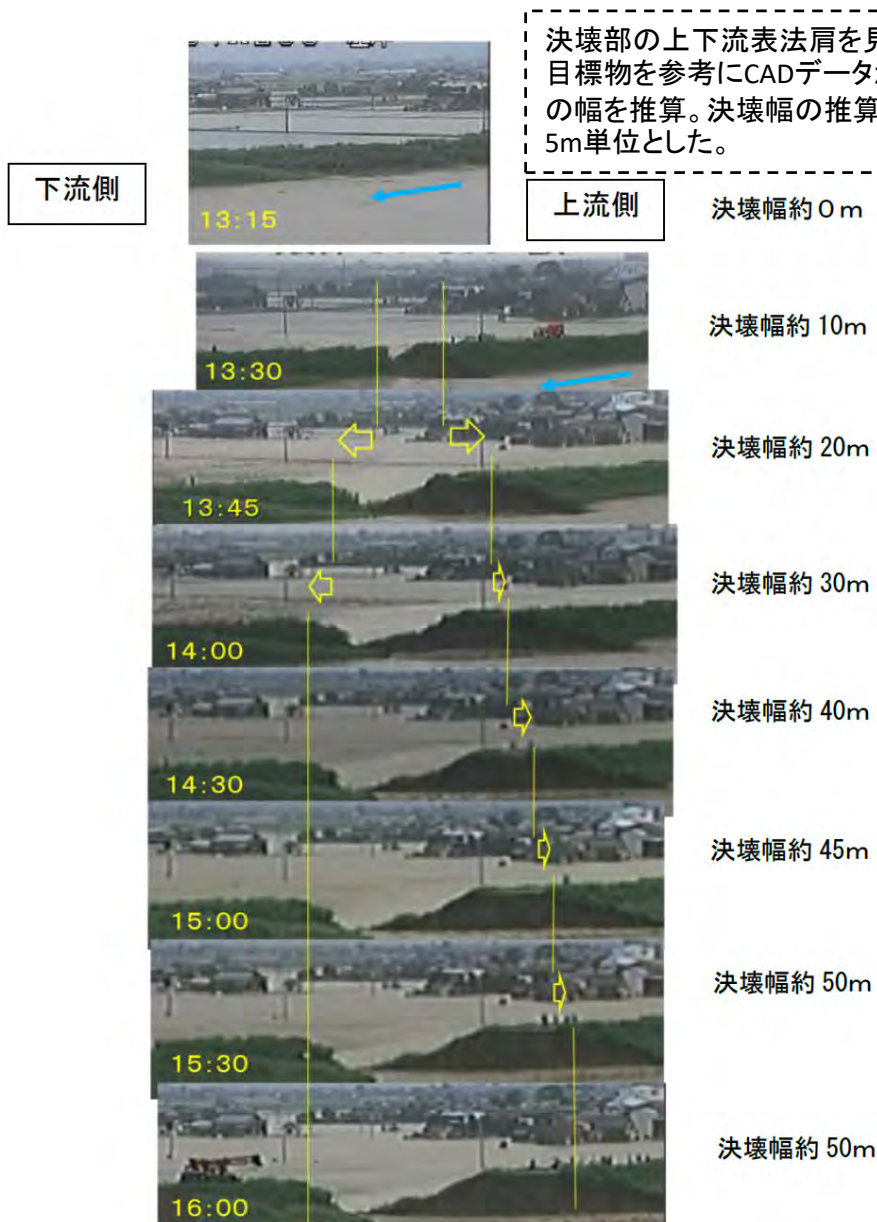
縦排水溝の設置



新素材を用いた法面補強



# H24パイピングの発達による堤防の決壊（矢部川） 74



7月14日 14:03



7月14日 15:05



7月14日 15:30



7月14日 16:38

## 【消防団員】

- 決壊箇所には13時～13時10分頃に到着したが、既に背後地の田畑は水に浸かっていた。
- 水が特に噴いていたのは決壊箇所の堤防法尻付近（縦断方向に幅2m程度）。局所的に噴いていたようで、噴き上がっていた水の色は濁っていた。

## 【区長・地元住民】

- 堤防の法尻付近からは濁った水が1m程度の高さで噴いていた。この状況を見たのは、おそらく13時20分から30分ぐらいだったと思う。
- その直後に、堤防が1m程度の幅で真下に一気に落ち込み、洪水が流れ込んできた。

## 決壊の進行状況

## 決壊時の状況（ヒアリング結果）





川表法面陥没



川裏法面漏水

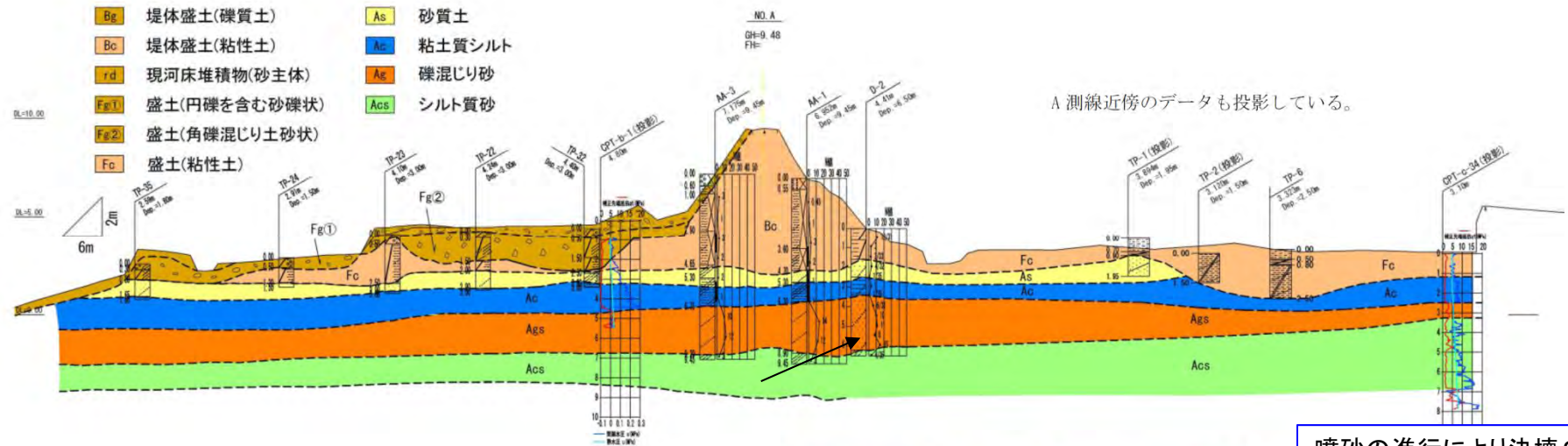


川表法面陥没増大、堤防全体の陥没が始まる

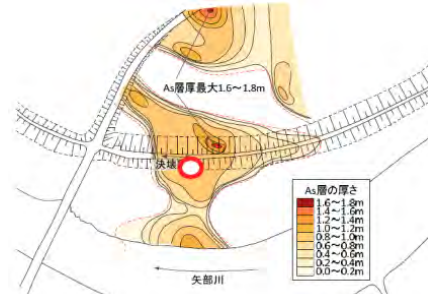


決壊状況

# パイピングの発達による堤防の決壊(矢部川)



決壊箇所130mの範囲に砂層が存在

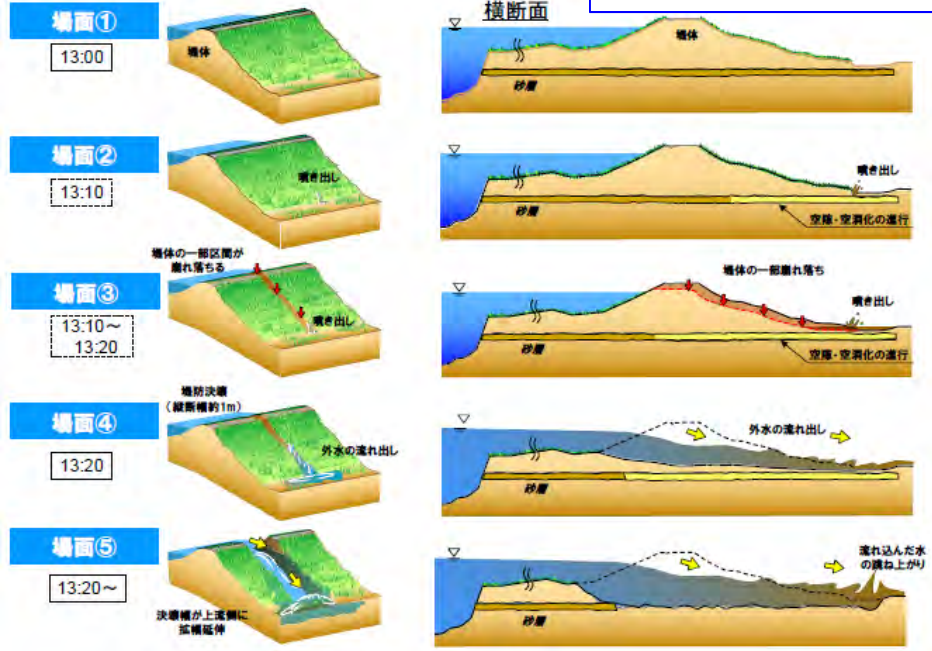


決壊箇所  
矢部川



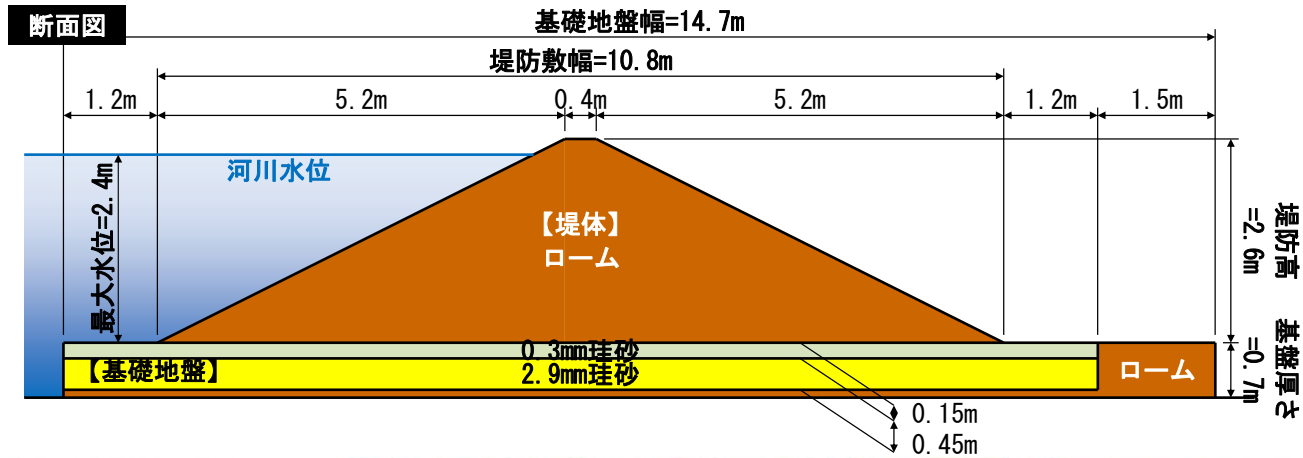
決壊箇所上流部の堤防断面の状況 (7月15日)

## 噴砂の進行により決壊？



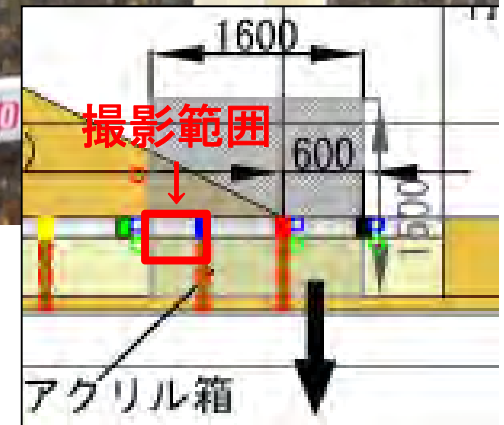
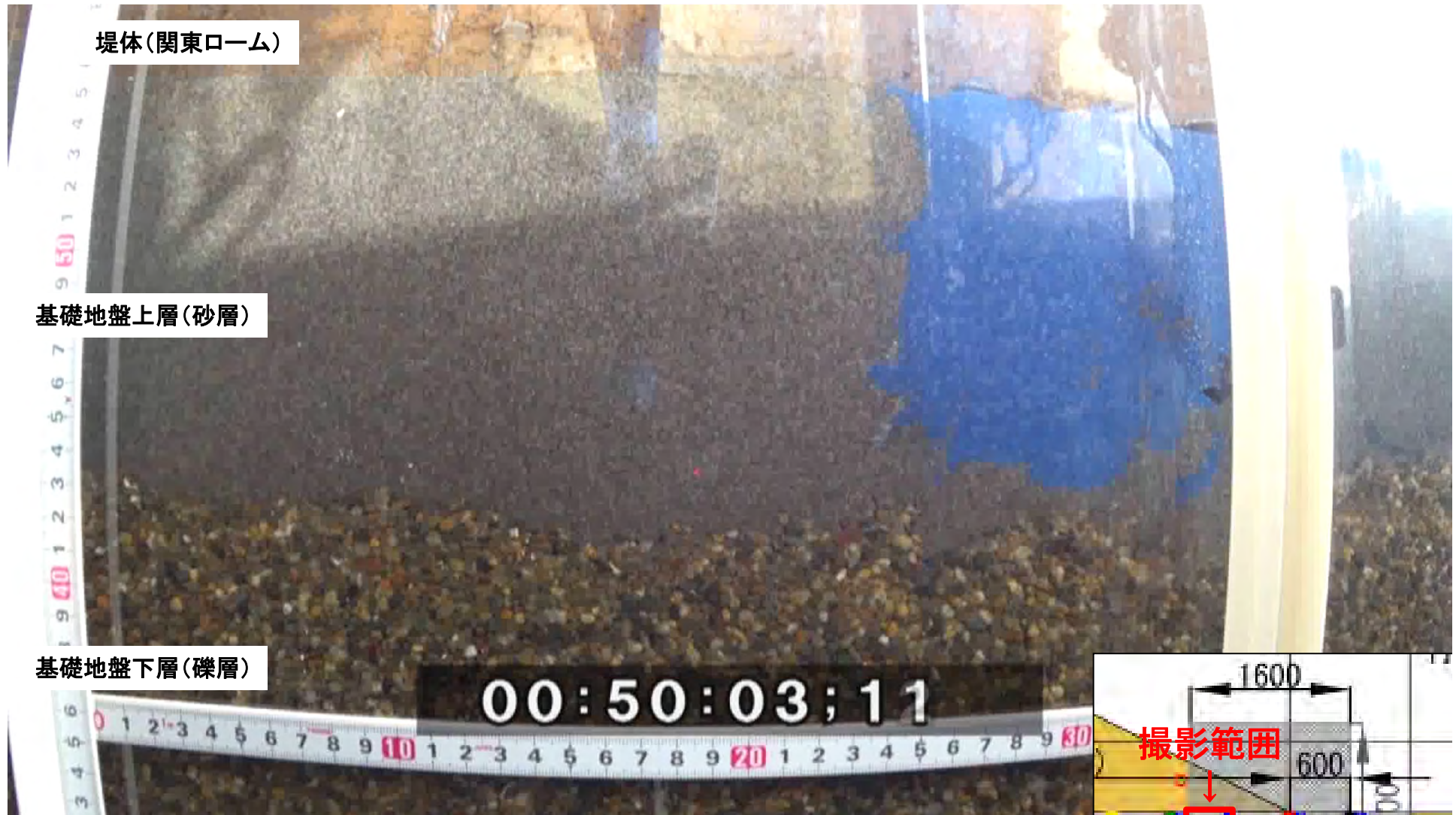
※各場画面下部の時刻は次のようである。

- ☐ : 枠内は確定できる時刻
- ⋯ : 枠内は推定できる時刻

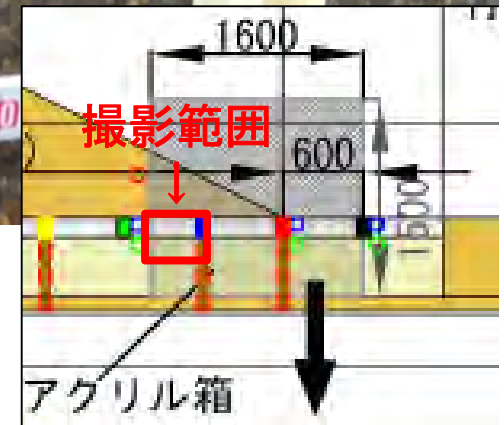
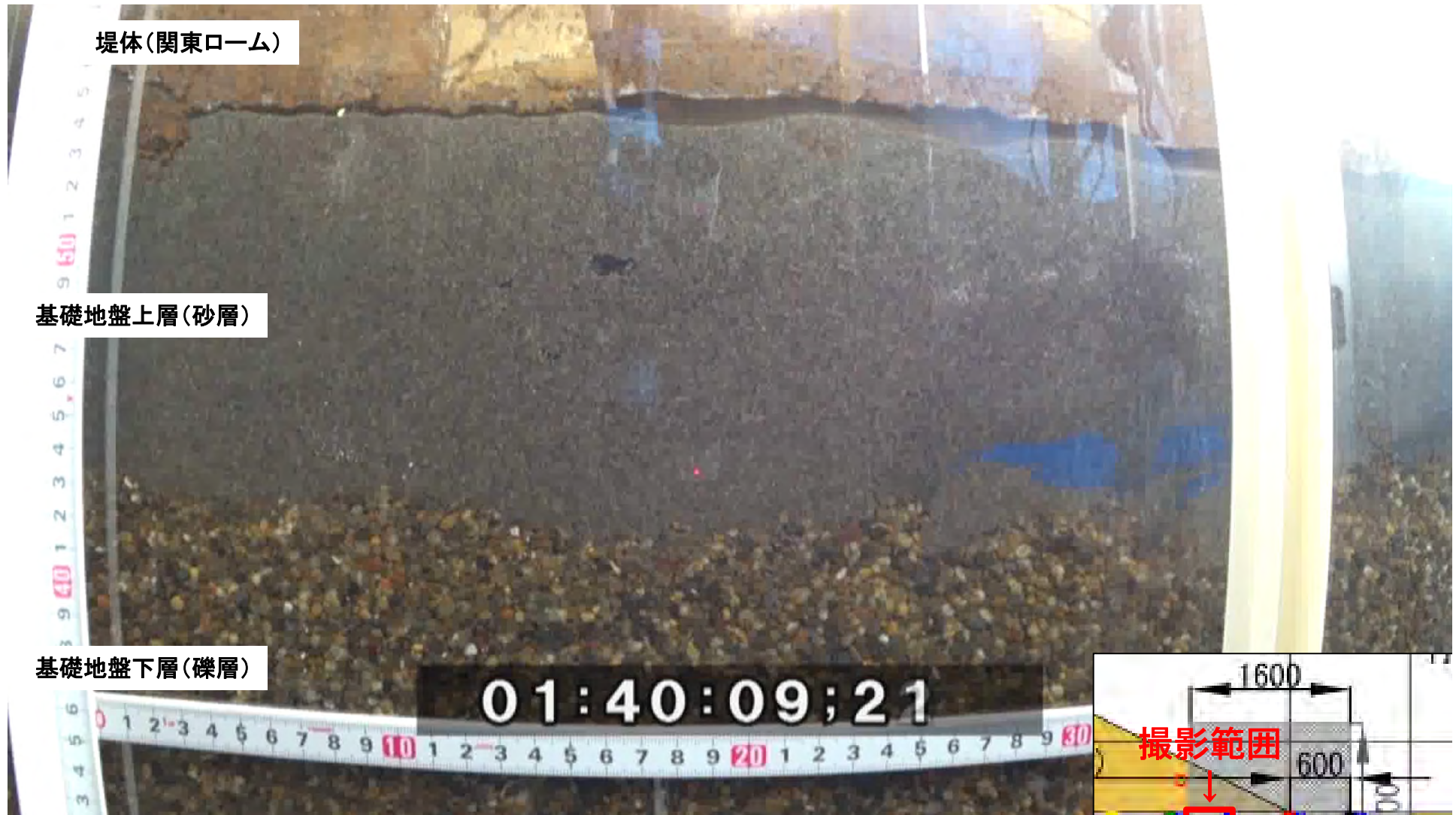


【決壊まで至るケース】  
撮影位置：川裏上方  
再生時間：水位条件図参照  
1時間42分18秒～44分42秒  
の破壊が急激に進む状況





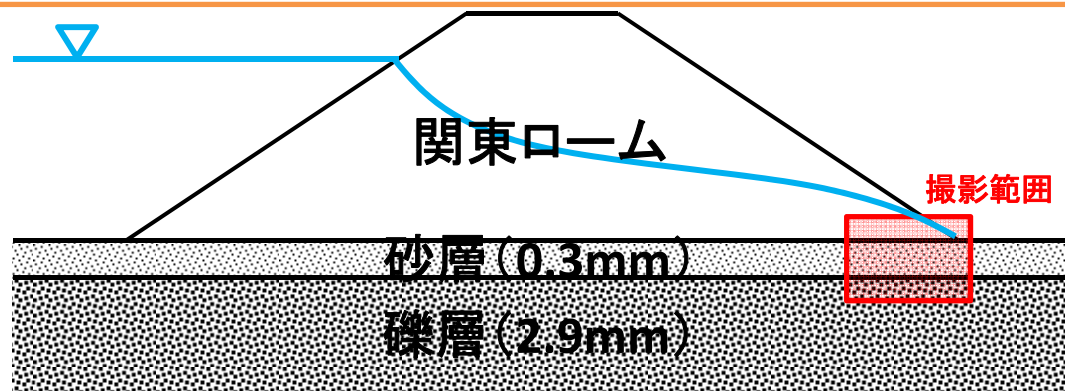
実験動画(約20倍速)



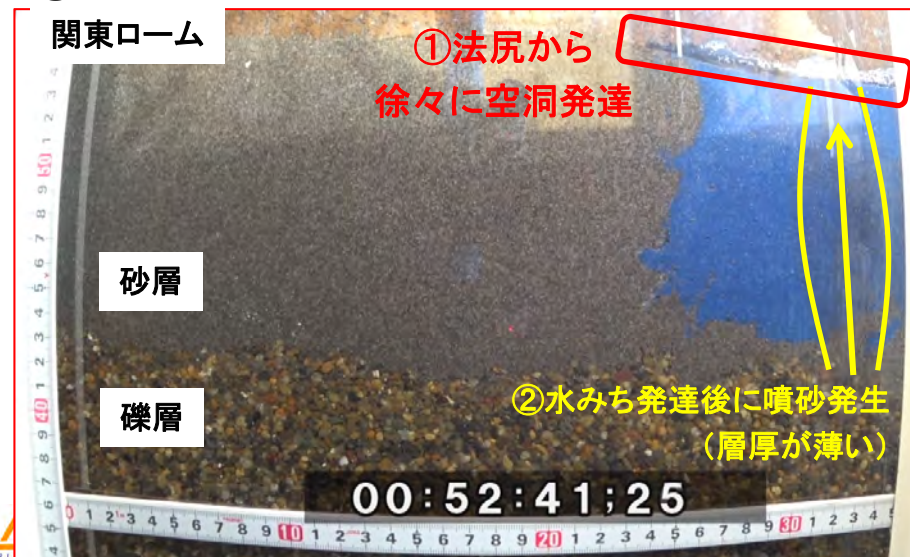
実験動画(約20倍速)



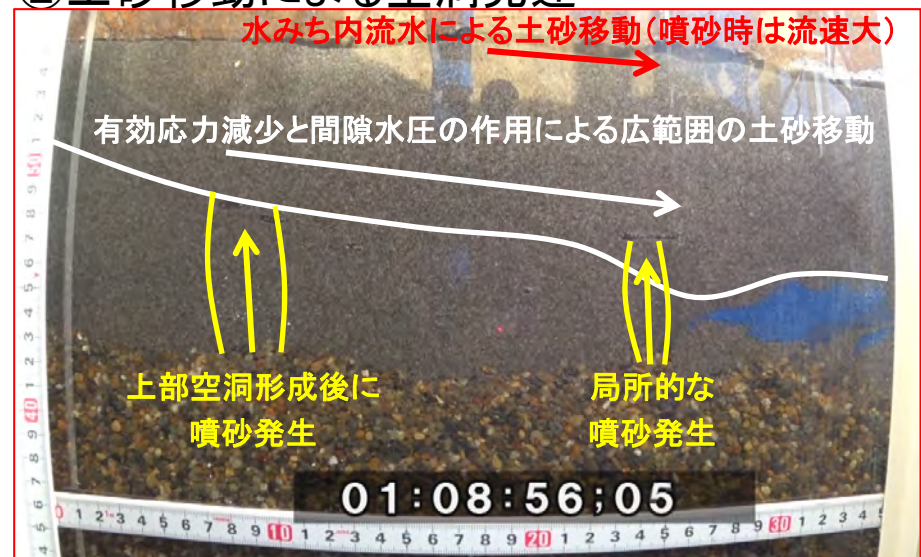
- ① 形成された水みち部では流送により土砂移動が発生して水みちを拡大。堤体下に水みちが発達すると、薄い砂層部分から噴砂が発生。
- ② 噴砂によって砂層の有効応力が失われ、間隙水圧の作用により土砂が移動。
- ③ 支持力の失った堤体が沈下。 ※①②の繰り返しで水みちが発達



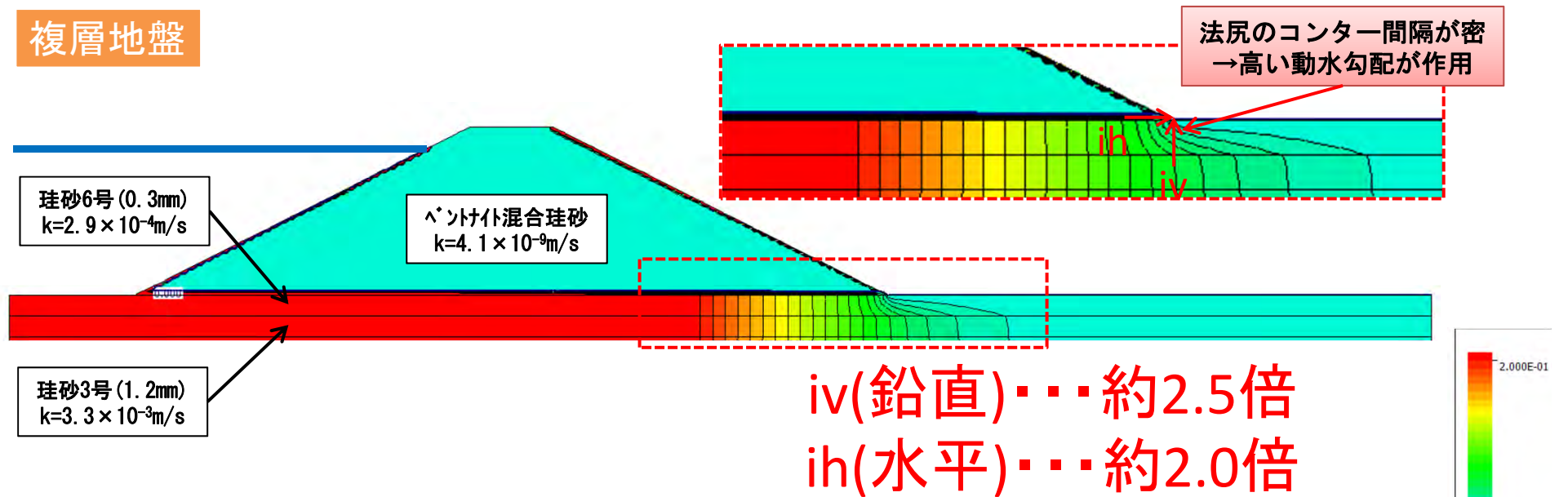
## ① 空洞発生～噴砂発生



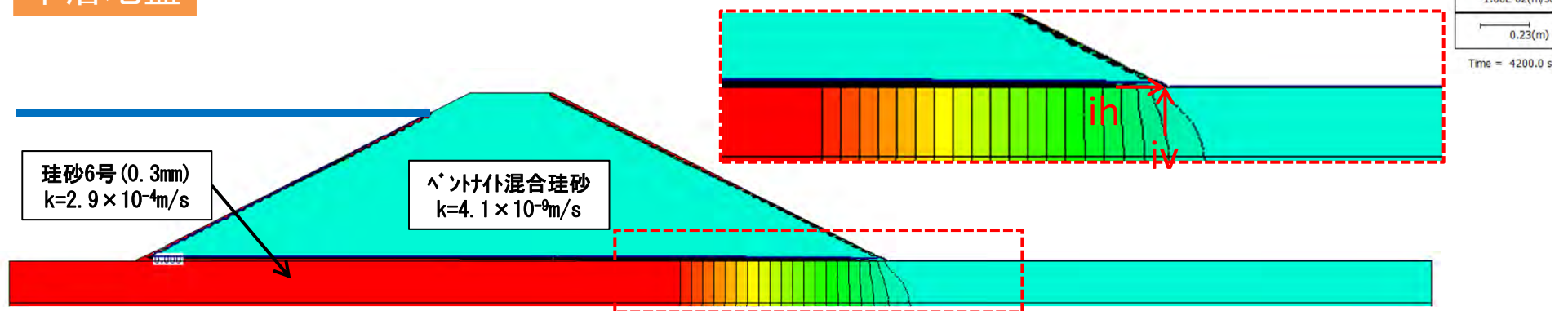
## ② 土砂移動による空洞発達

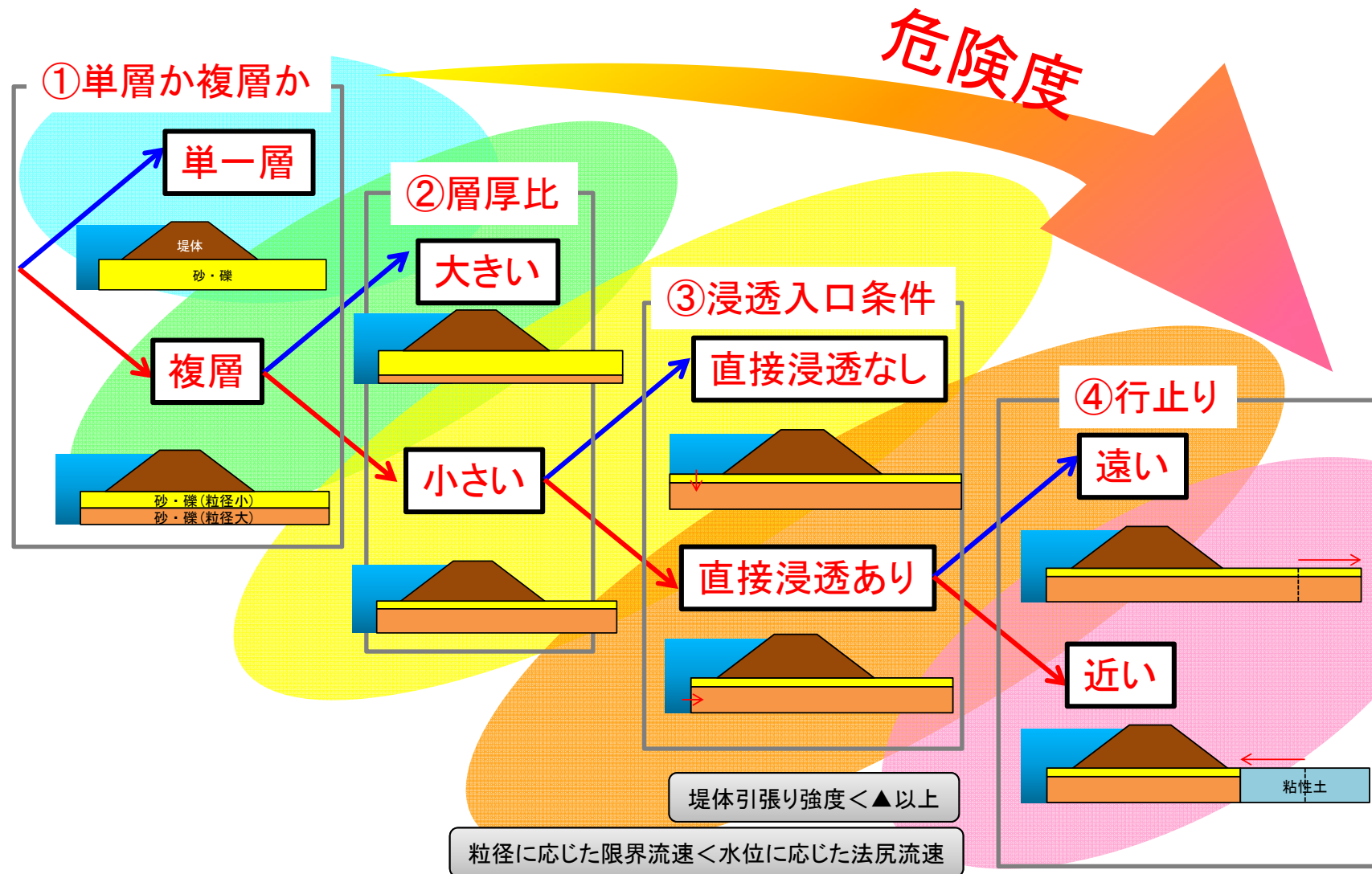


## 複層地盤

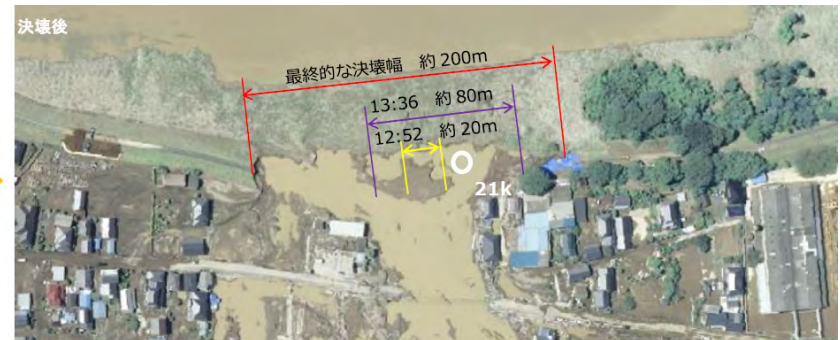


## 単層地盤



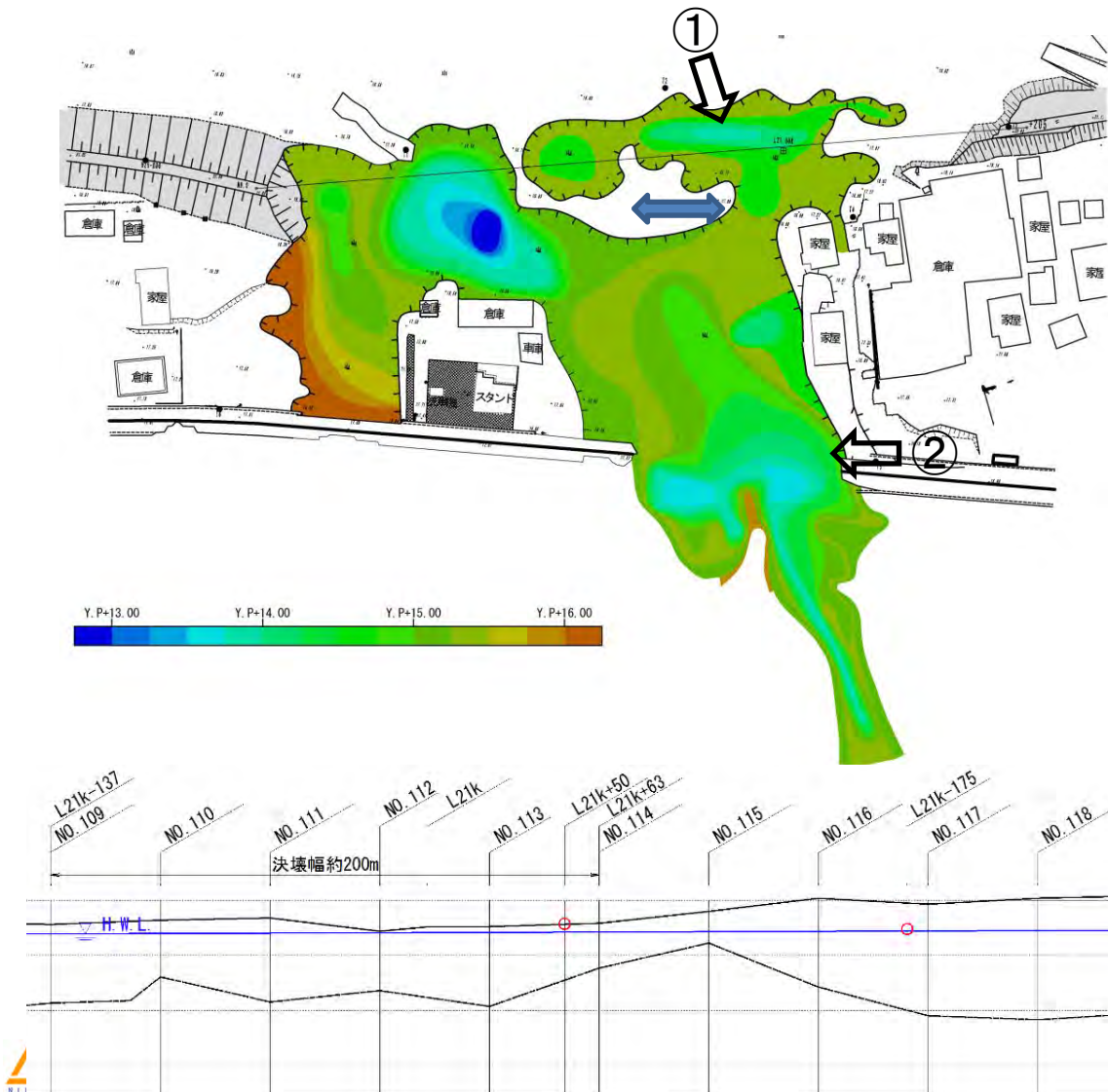


- 9月10日11時11分頃に越水を開始し、12時50分頃には決壊。
- 最終的な決壊幅は200mに達した。



平成27年9月12日撮影

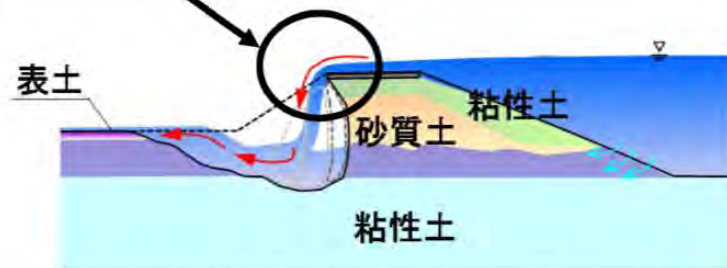
- 越水により川裏側で洗掘が進行し決壊に至ったことが主要因。
- 越流水深は約20cmと推定。



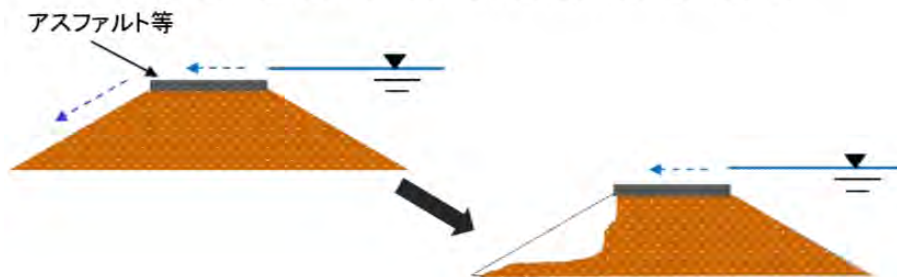
- 堤防の低いところ、水位が高くなるところから越水する。堤防の不陸に留意。
- 堤防の天端、裏のり、堤脚の構造は、越流時の堤防の耐力に影響する。→危機管理型ハード対策の実施

## 堤防天端の保護

- 堤防天端をアスファルト等で保護し、法肩部の崩壊の進行を遅らせることにより、決壊までの時間を少しでも延ばす

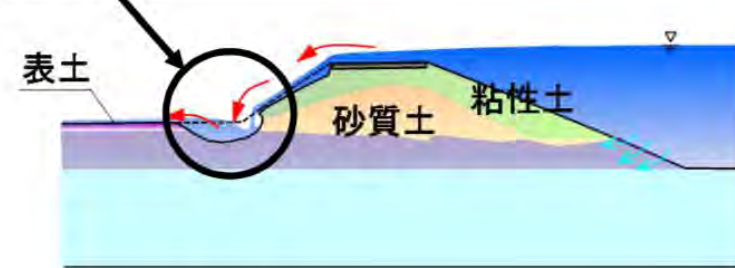


堤防天端をアスファルト等で保護した堤防では、ある程度の時間、アスファルト等が残っている。

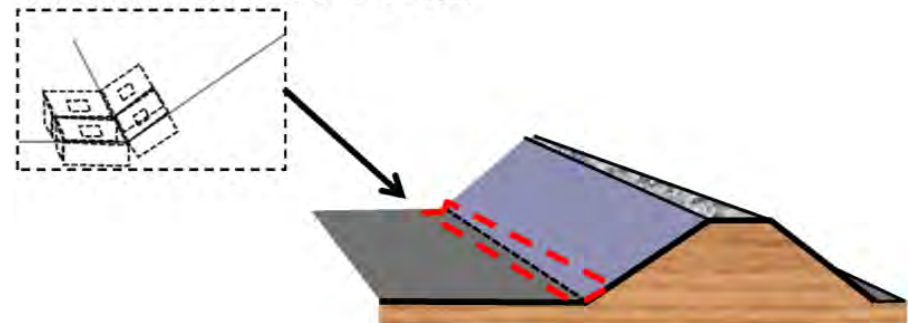


## 堤防裏法尻の補強

- 裏法尻をブロック等で補強し、深掘れの進行を遅らせることにより、決壊までの時間を少しでも延ばす



堤防裏法尻をブロック等で補強



- 8月30日の巡視時に、堤防天端舗装の沈下を確認。
- 翌日の9月1日に、同地点において天端の陥没が発生。
- 陥没した箇所に採石を充填したが、その翌日には20cm程度の沈下が発生。



堤防天端アスファルト舗装の沈下を発見  
半径:約90cm 深さ:約10cm(H27.8.31)

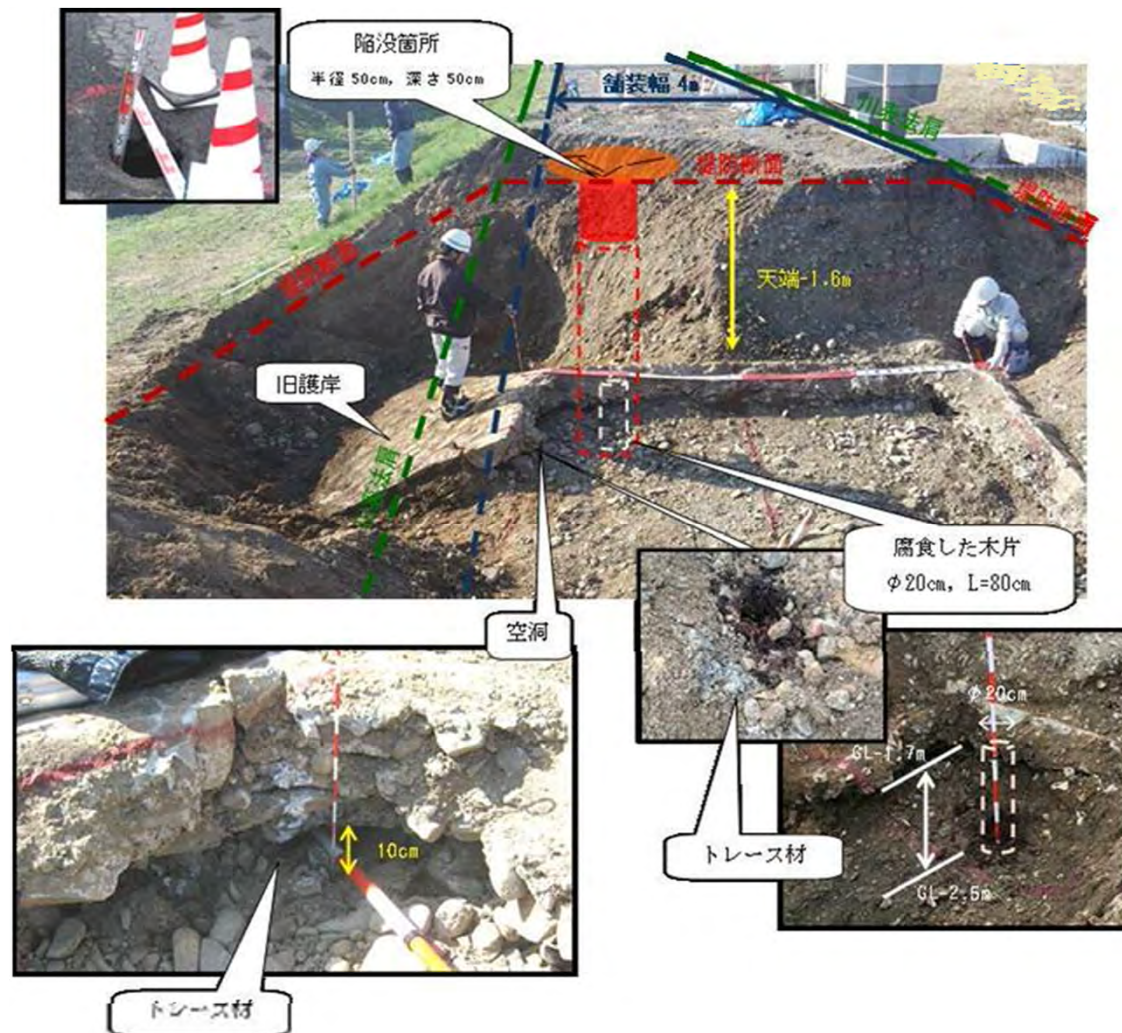


アスファルト舗装の陥没を発見  
半径:約50cm 深さ:約50cm(H27.9.1)

# 変状発生要因(試掘調査によって確認)

88

- 調査にあたって、トレス材を投入。
- 試掘調査の結果、旧護岸と堤体盛土の間にトレス材が侵入。
- 木片(直径20cmが程度、長さ80cm程度)が腐食し、空洞が発生したものと推定。





- **小さな変状でも徹底的に原因を究明することが重要。**
- **原因を解明できずに維持修繕で対応した場合でも、変状があったことを記録に残すこと、重点監視区間等に位置付けて巡視時に特に留意して監視することなどが重要。**
- **嵩上げや腹付等を実施する場合に、堤防に異物を残さないことが重要。**

## 土堤を原則とする構造物(構造令第19条)

- 工事費用が比較的低廉であること
- 材料取得が容易であること
- 構造物としての劣化現象が生じにくいこと
- 不同沈下に対して修復が容易であること
- 基礎地盤と一体としてなじむこと
- 嵩上げ、拡幅等が容易であること
- 地震時において被災した場合の復旧が容易であり、所要工期が短いこと

- 平成24年7月の出水によって、雄物川107.0kp付近の山田頭首工において、頭首工側壁の脇では高水敷が陥没。
- 水位低下後に水叩きの状態を確認したところ、水叩き表面に亀裂を確認。
- 近傍の水位観測所では、水防団待機水位を10cm程度上回る水位が1時間程度継続(大きな出水ではなかった)。



頭首工側壁の脇では高水敷が陥没



水叩き工表面に見られる亀裂



山田頭首工

- 護床工ブロックの隙間から砂が長年にわたって徐々に吸い出され、ブロックが沈下。
- 水叩き床版下の土砂や側壁背後の土砂が吸い出されることで被害が発生。



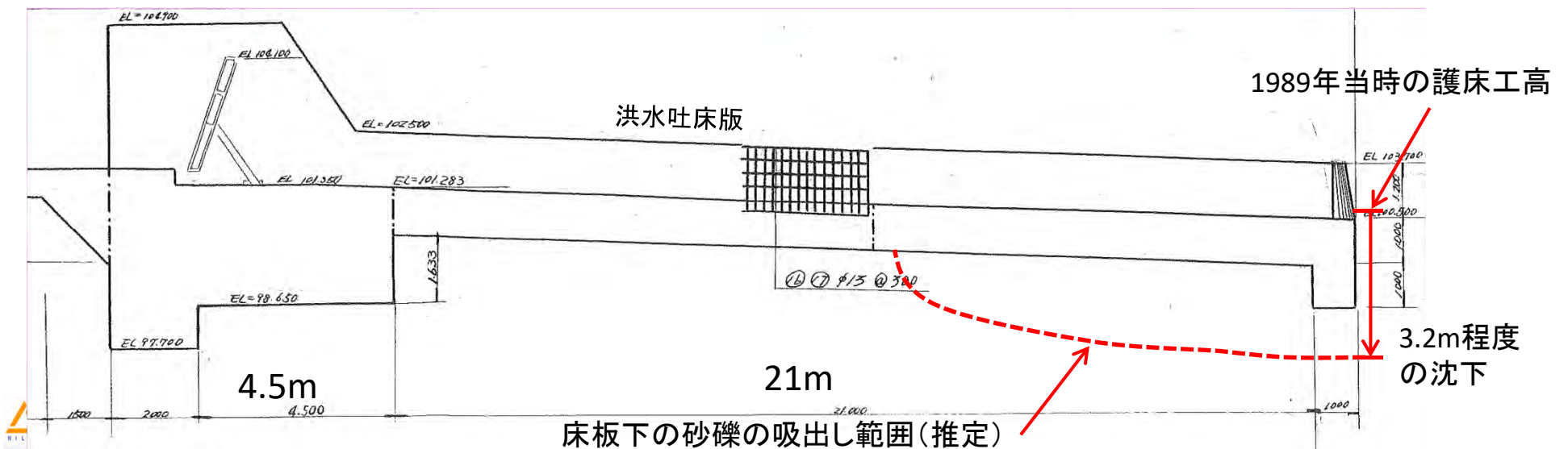
2008年7月10日撮影



2012年6月25日撮影



2013年7月1日撮影



- 護床工の点検にあたっては、護床工の高さのずれやブロックそのものの移動に加え、**ブロック間の砂礫の抜け出し状況を確認**することが重要。
- 水叩き工直下の砂礫の高さ(どの程度、砂礫の抜け出しが進んでいるか)を計測し、水叩き工下流端のカットオフ高さと比較し、水叩き工下の土砂の抜け出しがないことを確認することが重要。
- また、**河川横断構造物が被災すると、被災時に生じる偏流等により側壁や近傍の堤防のり面を侵食し、侵食の度合いが大きい場合には、堤防が決壊することがあるので留意する必要。**



参考: 別の河川における事例



平成21年6月29日～30日出水(梅雨前線)





標高(m)

