

# 熊本地震－災害から得た知見について

熊本河川国道事務所 工務第一課 ◎久保尚男  
○向田清峻

## 1, はじめに

平成28年4月14日、21時26分頃熊本県熊本地方で地震(最大震度7)が発生した(前震)。4月16日1時25分には、熊本県南阿蘇村などで最大震度7を観測する地震(本震)が発生した。

今回の地震は、同じ地域で震度7が短期間に繰り返し起きるといった異例の事態により、熊本地方は甚大な被害を受けた。

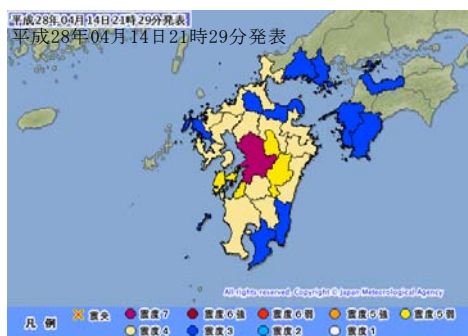
この地震により、国が管理する緑川水系(緑川、浜戸川、加勢川、御船川)、白川水系、菊池川水系の堤防では、沈下や亀裂等の被害が172箇所発生している。

九州で観測史上最大の震度7を受けた直轄河川の被災現場(緑川水系・白川水系)から得られた知見及び今後の災害復旧に向けた取り組みについて紹介する。

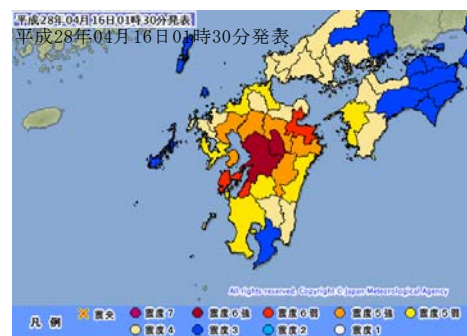
## 2, 地震の概要

○地震諸元(本震) (気象庁発表資料による)

- 地震名: 「平成28年(2016年)熊本地震」
- 発生日時: 平成28年4月16日01時25分
- 場所および深さ: 熊本県熊本地方、深さ12km(暫定値: 速報値約10kmから更新)
- 発震機構: 西北-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型(速報)
- 最大震度: 震度7(速報値は震度6強、その後4月20日の気象庁発表で震度7に訂正)
- 地震発生後の余震回数: 1,827回(7月1日0時 気象庁HPより)



▲前震 最大震度7 (気象庁HPより)



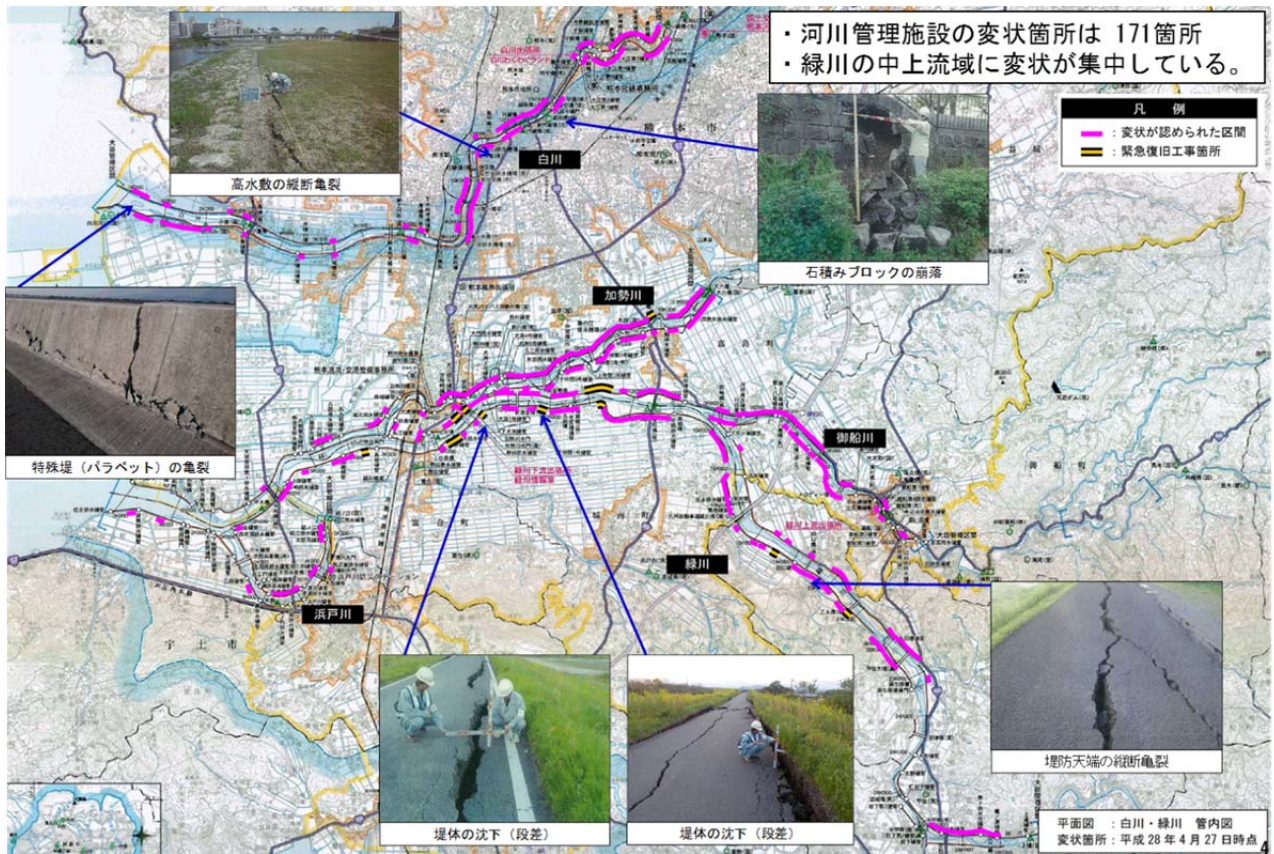
▲本震 最大震度7 (気象庁HPより)

## 3, 河川の被災概要

緑川水系及び白川水系における堤防等河川管理施設(国土交通省直轄管理区間)の被害は、緑川水系において127箇所、白川水系において44箇所の変状が確認された。

その変状については、クラック約120箇所、堤体沈下約20箇所、護岸等変状約20箇所となっており、クラックが最も多い状況であった。

そのうち亀裂や陥没が明らかにH. W. L以深に達する損傷や度重なる余震により、被災箇所数が増加するとともに亀裂の拡大等の増破が発生し、堤体全体に及ぶ損傷を受けた大規模な被災が緑川水系で11箇所であった。



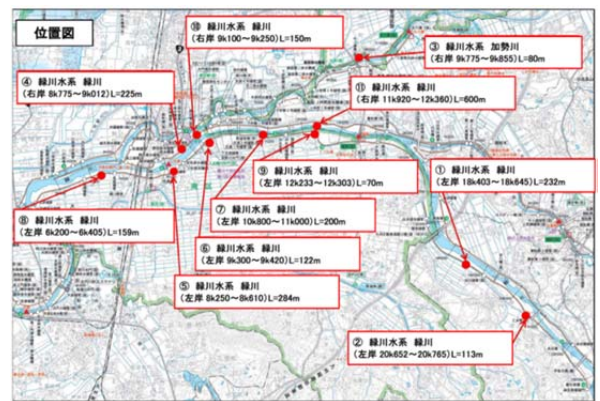
▲緑川、白川の変状箇所(171箇所)

#### 4, 緊急復旧工事

まもなく出水期を迎えることから、早期に住民の安全・安心の確保を図るため、特に損傷の大きい11箇所(緑川水系)について、緊急復旧工事に着手。

堤防損傷箇所の復旧工法に当たっては、堤防の専門家の現地調査や技術的指導を受けて決定し、緊急復旧工事は5月9日までに全て完了した。

復旧工法は、クラックを包絡する範囲で切り返し工を行うとともに、川表側を連節ブロックと遮水シートで覆い、裏法崩壊箇所は大型土嚢で押さえ、上面に盛土を行った。



▲緊急復旧工事箇所(11箇所)

#### 5, 熊本地震を受けて得られた知見

##### 5. 1, 変状と地形との関係

○熊本平野は白川と緑川が熊本海湾を埋め立てた三角州と、海側の人工的な干拓地による沖積平野であり、河道が三角州性低地、砂礫台地に多く位置し、どちらにおいても変状が発生している。

○三角州性低地では液状化の可能性が高い。

##### 5. 2, 変状と治水上危険地形との関係

○治水地形分類における要注意地形と変状の明確な関係は認められない。

○液状化(噴砂等)は旧河道部に多い傾向がある。なお、干拓地も液状化は発生しやすいが、本地震ではその傾向は認められない。

### 5. 3, 断層と変状の関係

- 日奈久断層帯と、今回変状のあった緑川、御船川は、19k500付近(緑川)、4k100(御船川)で交差している。
- 緑川、御船川の堤防ではクラック(亀裂)は確認されているが、横ズレは確認されていない。

### 5. 4, 堤防等の変状形態等について

#### (1) 土堤区間の変状の状況

- 堤防の変状はクラック、沈下、段差、空積みブロックの崩壊が見られ、一部法尻のはらみ出しも確認された。



#### (2) 特殊堤区間の変状の状況

- 変状の形態は、天端のクラック、パラペットの損傷が多い。
- 白川右岸0k020、左岸8k400~8k800、右岸8k600~8k900では、堤防の沈下や周辺の噴砂を伴う変状が認められた。



#### (3) 樋門、樋管の変状の状況

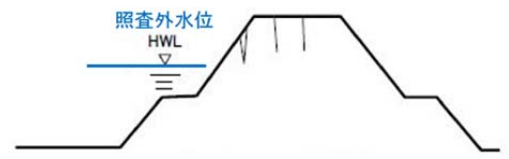
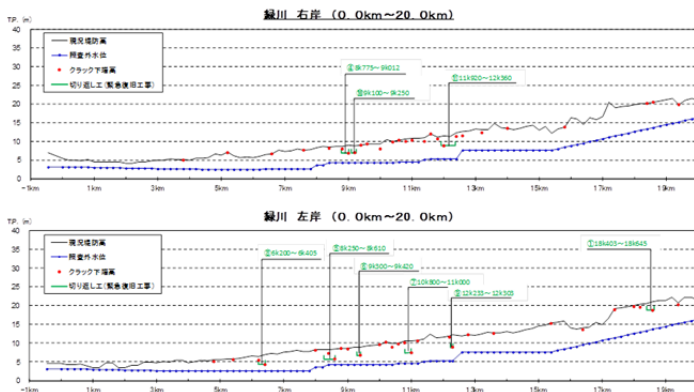
- 変状の形態は、堤防部の横断クラック、段差(抜け上がり)等であり、緑川及び白川の樋門、樋管において確認された。
- 緑川の住吉排水樋管では抜け上がりが確認され、樋管下部の砂質土層が液状化することにより杭基礎である本樋管下部は抜け上がる状態となり、函体下部には約10cmの空洞を確認した。



### 5. 5, 耐震性能照査の考え方と今回地震での変状について

- 堤防の変状形態(クラック下端高標高と照査外水位の関係)はクラック・段差である

が、これらの変状の深さはいずれも照査外水位以上にとどまっており、今回の地震に対して耐震性能は保持されている。

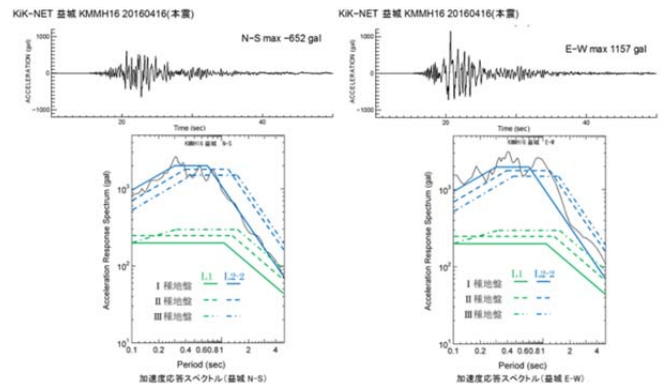


5. 6, レベル1対策済みの箇所の効果

○緑川、白川の一部区間においてレベル1耐震対策が既に実施されていたが、これらの対策済区間については、変状がほとんど確認されなかった。

5. 7, 観測地点毎の加速度応答スペクトル(4月16日本震)

○本震(4月16日)における加速度応答スペクトルより、緑川・白川における加速度応答スペクトルは、想定していたレベル2地震動相当、もしくは一部の周期でレベル2地震動を超えている。



▲加速度応答スペクトル図  
(防災科学技術研究所：強震観測網)

5. 8, 観測地点毎の最大加速度と被災箇所  
の関係(4月16日本震)

○最大加速度は震央から離れるにしたがい小さくなる傾向が見られるが、変状は緑川下流域を除き全域に確認されるため、最大加速度と変状の程度の差に明確な相関関係があるとは言いきれない。

5. 9, 地殻変動に伴う地盤沈下

○緑川、白川の被災箇所における地殻変動に伴う地盤沈下量は、10cm~20cmである。

5. 10, 堤防沈下の状況

○白川、緑川の直轄管理区間において、地震後の堤防沈下量がHWLを下回る箇所はない。

○地殻変動に伴う沈下量を考慮した堤防地震後天端高で、50cm以上の沈下量となった箇所が発生したが、広域沈下も含めた堤体の沈下量と照査外水位を比較し、沈下後堤防高が照査外水位以上であることを確認した。

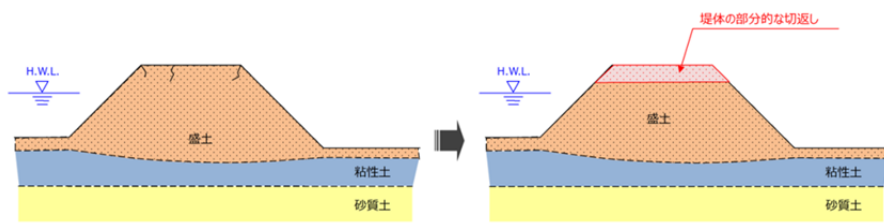
6, 本復旧の考え方

変状の規模と復旧工法の考え方は、土堤区間における堤体全体の切り返しの目安を「沈下量が50cm以上」、特殊堤区間における液状化対策を行う目安を「沈下量が20cm以上」とすることとし、本復旧の考え方の詳細を下記のとおり設定した。(「緑川・白川堤防調査委員会」において確認された。)

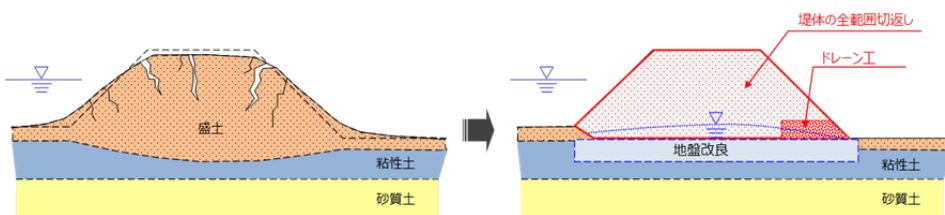
## 6. 1, 土堤区間の本復旧工法

○軽微なひび割れの場合は、堤体の部分的な切り返しを実施。

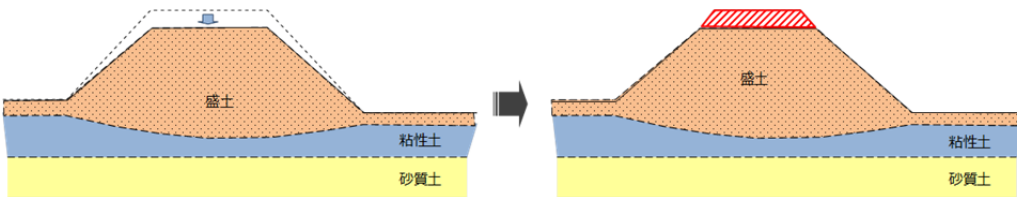
※全ての亀裂、クラック箇所には石灰水を流し込み応急復旧を行っているため、クラック深を確認し切り返しを行う。



○変状の程度が大きい箇所は、堤体全範囲の切り返しを実施。また、土質や地下水位等を確認のうえ必要に応じて地盤改良、ドレーン工を実施。

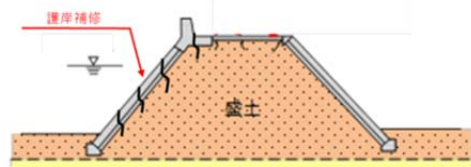


○堤体の沈下が生じている箇所は、堤防のかさ上げを実施。

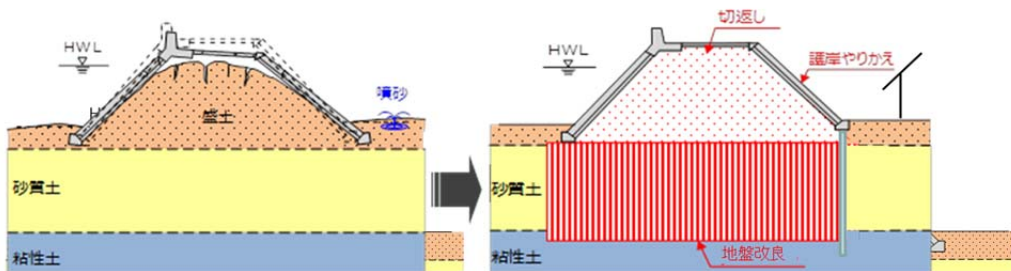


## 6. 2, 特殊堤区間の本復旧工法

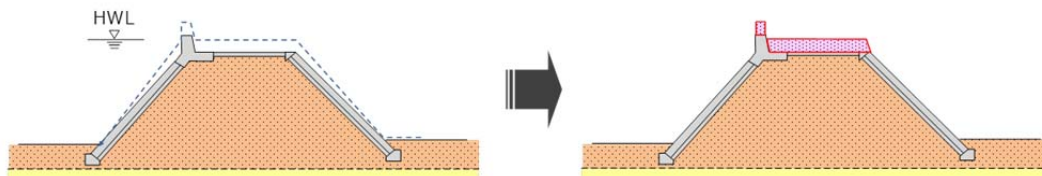
○変状が小規模で空洞化がなく、護岸等のクラックのみの箇所は護岸等の補修を実施。



○変状の程度が大きい箇所は、特殊堤及び護岸の復旧及び切り返し、地盤改良を実施。

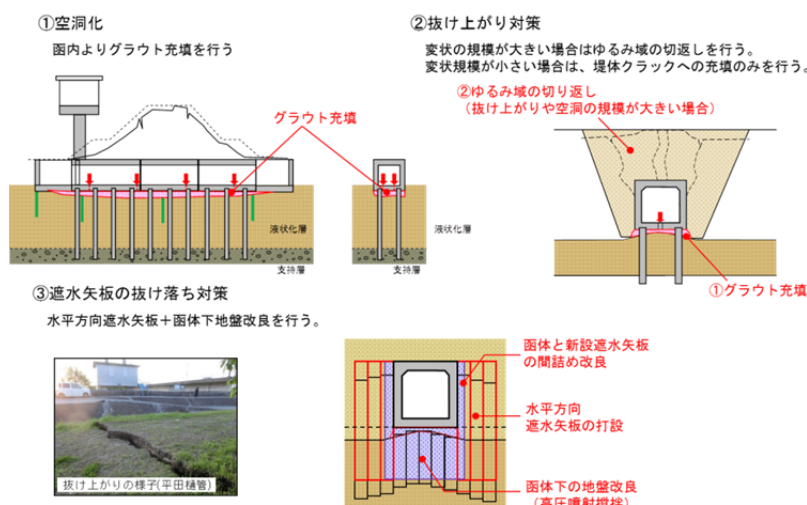


○堤体の沈下が生じている箇所は、堤防のかさ上げを実施。



### 6. 3, 樋門、樋管の本復旧工法

- 変状が軽度で函体下部の空洞化が見られる樋門、樋管の復旧は空洞部の充填を実施。
- 変状の程度や函体の抜け上がりが大きく、堤体に緩み域が生じていれば、空洞部の充填及び緩み域の切り返しを実施。



### 7, 今後の復旧対応等について

本格的な復旧工法の決定については、今後詳細な調査、試験等の結果を踏まえ、土堤、特殊堤、樋門・樋管それぞれについて、変状の程度に応じ、「本復旧の考え方」を基本として取り組むことを「緑川・白川堤防調査委員会」において確認した。

また、出水期の対応については、被災した河川堤防の暫定対策を踏まえたソフト対策の取り組みを併せて行っている。

- 水防警報、洪水予報の基準水位の暫定的な引き下げ
- 河川の監視体制の強化
- 堤防等変状箇所の重点監視
- 現場における水防備蓄資材の配備等

現在、被害箇所の本復旧に向け発注手続きを行っており、8月中には全ての工事を契約する予定である。

### 8, まとめ

最大震度7を観測した熊本地震は、河川構造物耐震性能照査指針に定義されているレベル2地震動相当であり、堤防等河川管理施設では多くの箇所で被害が発生したが、堤防全区間において耐震性能を保持していたことが分かった(沈下後堤防高>照査外水位)。これらの河川堤防の地震被害、液状化被害に対する多くの知見より、今後、地震による被害防止対策の更なる充実を図っていきたい。

また、今回の熊本地震による災害復旧にあたっては、熊本河川国道事務所と熊本県内企業との『災害協定』に基づき、地震発生の翌日(4/15)から緑川水系で緊急的な復旧工事に着手し、24時間体制にて昼夜間施工を行ったことにより、5月9日までに全ての工事が完了した。このような地域の安全・安心の確保に向けて迅速な対応を行ったことが、地域住民の理解と信頼を得ることに繋がっていると思っている。