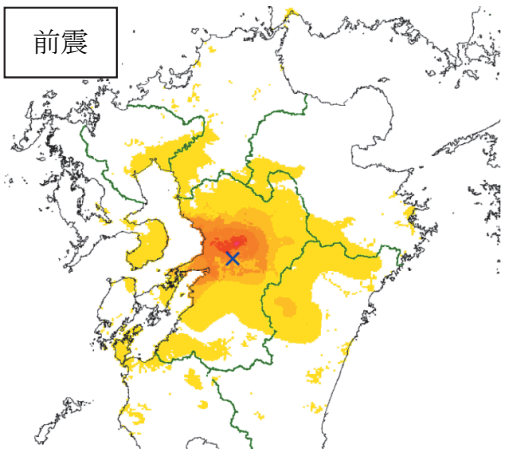
4.2　白川・緑川の河川堤防復旧工事

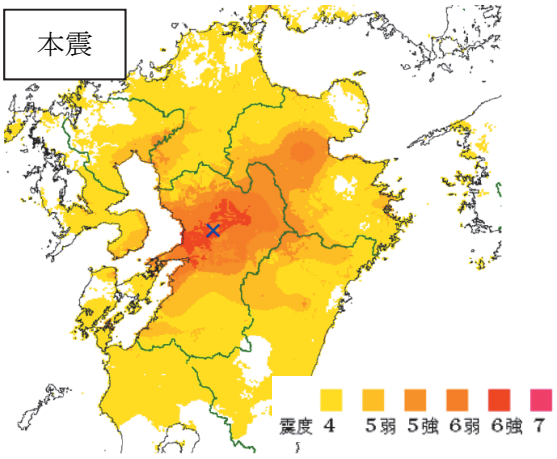
1.　はじめに

平成 28 年に発生した熊本地震により、人的･物的被害が多数生じた。全壊した住宅は 8673 戸（熊本県で 8663 戸）にのぼり、土木構造物やライフラインへの被害も甚大であった [1)]。**図 1** に熊本地震の概要を示す。

震源地に近い白川・緑川の河川堤防においても、同様に被害が確認されており、堤防天端や法面などにひび割れが発生している箇所があった。変状の程度を勘案しながら復旧工事が進められてきた中で、はらみ出しを伴う堤体の変形や護岸やパラペットにひび割れが認められた箇所では、セメント系固化材を用いた地盤改良が復旧工事に採用された。

本節では、白川・緑川の河川堤防の被害状況と復旧工事の概要を紹介する。





発生日時：4 月 14 日（木）21 時 26 分
震源地：熊本県熊本地方（北緯32°44、東経130°48）
震源の深さ：11km、地震の規模：マグニチュード 6.5
各地の震度：震度 7：益城町、震度 6 弱：玉名市、西原村宇城市、熊本市

発生日時：4 月 16 日（土）1 時 25 分
震源地：熊本県熊本地方（北緯32°45、東経130°45）
震源の深さ：12km、地震の規模：マグニチュード 7.3
各地の震度：震度 7：西原村、益城町、震度 6 強：南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、嘉島町、宇城市、合志市、熊本市

図 1　熊本地震の概要 [2)]

2.　白川・緑川の被害状況

九州地方整備局は、前震や本震の後、ただちに河川堤防などの施設点検を開始して、概ね 16 時間で延長約 247km の堤防の点検を完了した。緊急点検の結果、白川水系および緑川水系の 171 箇所において、堤防天端のひび割れや堤体の沈下などの変状が確認された（**図 2**）。

3. 本復旧工事の考え方 [3)]

3.1 白川水系

白川水系において護岸やパラペットに大きなひび割れが生じた箇所の多くは、堤体天端の沈下量が 20cm 以上となり、護岸に大きな被害が生じ短期間での復旧が困難となった。このような場合に、堤体の切返しや護岸の復旧と併せて、将来熊本地震と同規模の地震発生時においても、護岸の修復を伴わない程度の沈下・変形に留めることを目標とした液状化対策が行われた。**図 3** に白川水系における復旧工法の選定フローを示す。

図 2 白川・緑川の変状箇所および緊急的な復旧工事の位置図 [3)]

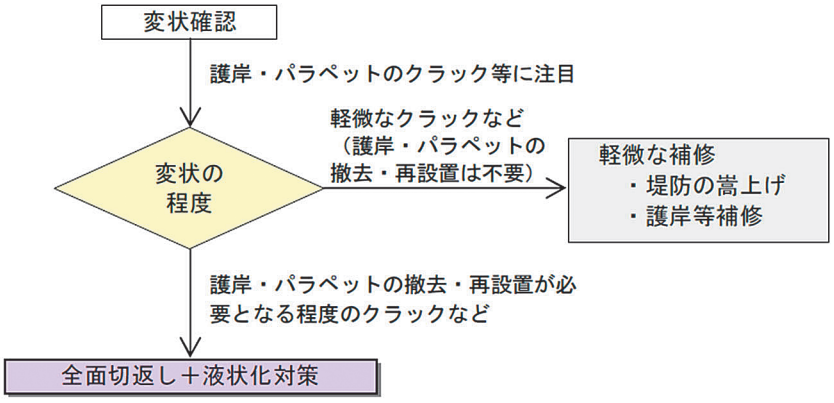


図 3 復旧工法の選定フロー（白川水系）

3.2　緑川水系

緑川水系において堤防のはらみ出しが生じた箇所の多くは、堤防天端の沈下量が 50cm 以上となり、堤体内のゆるみが想定される。そこで、はらみ出しが認められるような被害が大きい場合に、堤体の切返しと地盤改良による復旧工事が選定された。**図 4** に緑川水系における復旧工法の選定フローを示す。

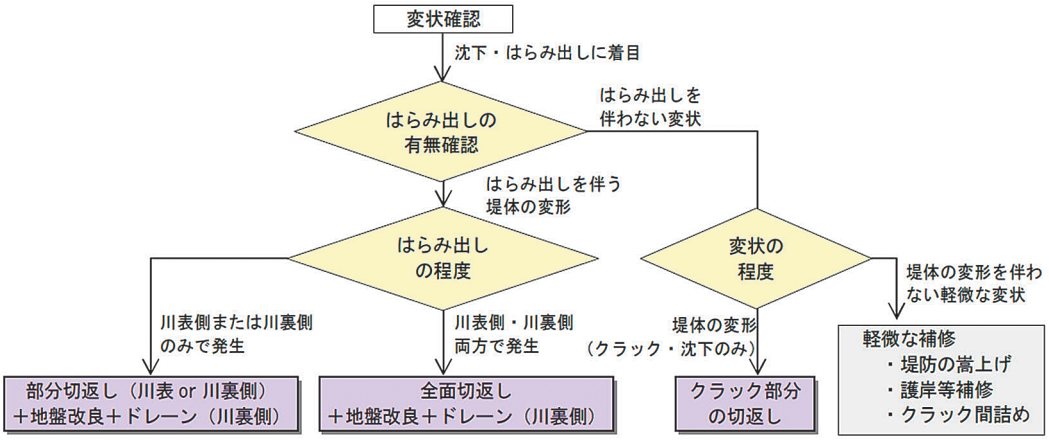


図 4　復旧工法の選定フロー（緑川水系）[3)]

4.　本復旧工事の概要[3)]

4.1　白川水系の被害状況

白川水系の蓮台寺地区では堤体下部に砂質土層（As1 層）が存在していること、堤内地で噴砂（**写真 1**）が認められていることから、前震ならびに本震で発生した液状化が堤体の緩みや変状に影響したと推察される。**写真 2** に被害状況の一例を示すとおり、パラペットの沈下や天端のひび割れが認められた。

写真 1　堤内地の噴砂

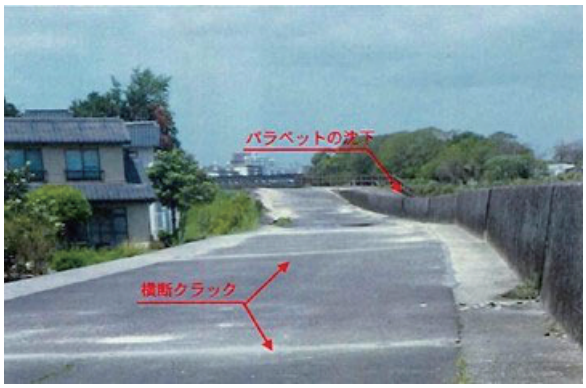


写真 2　堤体の被害状況の一例（蓮台寺地区）

4.2　白川水系の本復旧工事

図 5 に蓮台寺地区での本復旧工法を示す。蓮台寺地区の堤体は、全面切返しによる復旧により強化が図られた。堤体基礎については、今後の地震により、護岸修復が伴う被害が

生じないように、液状化が想定される As1 層が地盤改良された。改良形式は、改良面積を抑えながらも、液状化を抑制できる格子状改良とされた。**表 1** に地盤改良の仕様を示す。

図 6 に本復旧工事の手順を示す。はじめに仮締切り堤防が配置され、被害を受けた堤防の撤去が行われた。その後、堤防下部の液状化層の地盤改良と堤体切返しにより堤防の再構築が実施された。

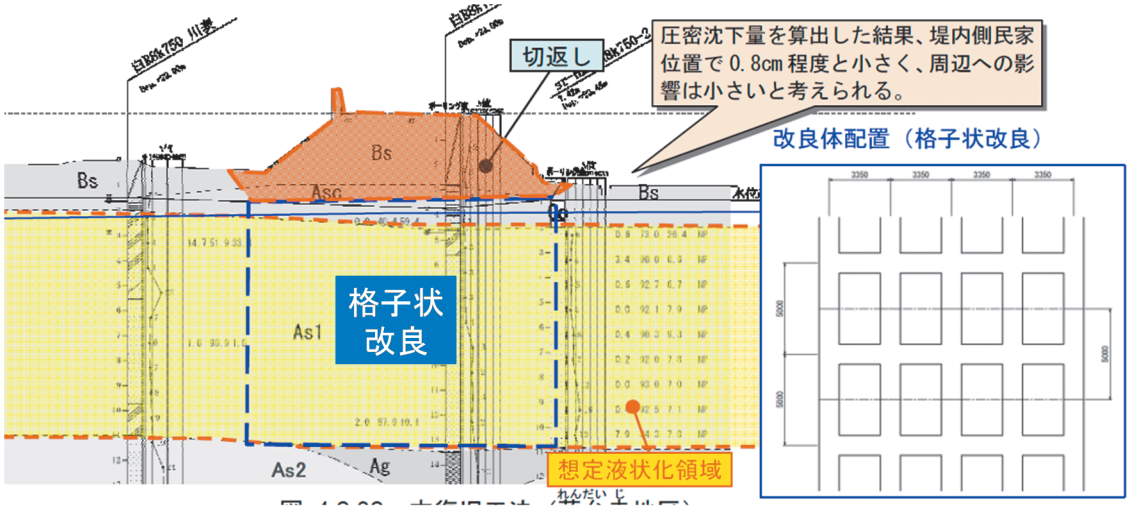


図 5　白川水系での本復旧工法の一例（蓮台寺地区）[3)]

表 1　地盤改良の仕様（蓮台寺地区）

項　目	仕　様
工法	深層混合処理工法（格子状改良）
対象土	砂質土
改良率　（%）	50
改良深さ　（m）	10.5
目標強度（材齢 28 日）　（kN/m²）	1300
固化材の種類	高炉セメント B 種
固化材添加量　（kg/m³）	220
添加方法	スラリー添加（W/C=80%）

図 6　本復旧工事の手順（蓮台寺地区）

4.3　緑川水系の被害状況

緑川水系の下仲間地区でも、白川水系の蓮台寺地区と同様に堤体下部に砂質土層（As1 層）が存在しているため、液状化の発生により堤体の緩みや変状が生じた（**写真 3**）。最大沈下量は 146cm に達する箇所もあった。

写真 3　堤体の被害状況の一例（下仲間地区）

4.4　緑川水系の本復旧工事

図 7 に下仲間地区での本復旧工法を示す。下仲間地区の堤体も、蓮台寺地区と同様に全面切返しによる復旧により強化が図られた。堤体基礎に分布する液状化層（As1）は全層が地盤改良された。**表 2** に地盤改良の仕様を示す。**図 8** に本復旧工事の手順を示す。

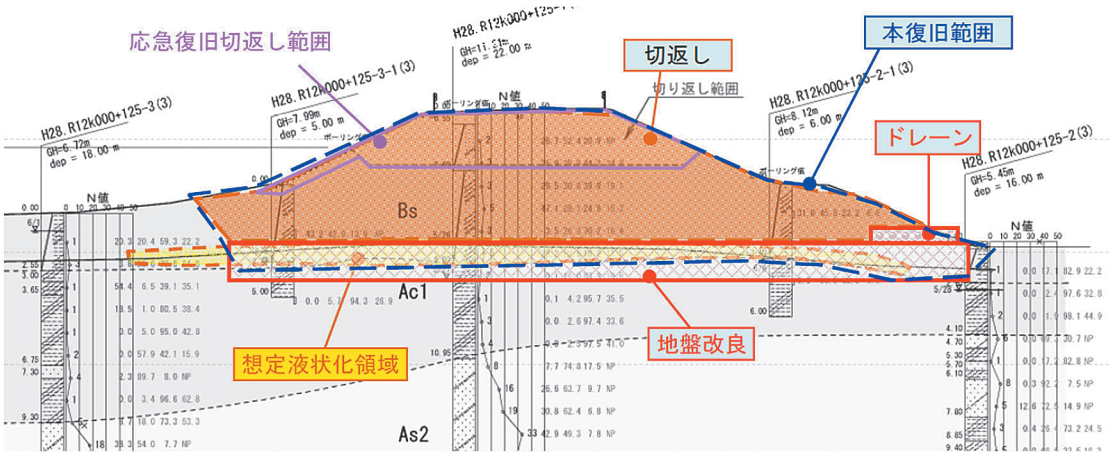


図 7　緑川水系での本復旧工法の一例（下仲間地区）[3)]

表 2　地盤改良の仕様（下仲間地区）

項　目	仕　様
工法	浅層混合処理工法（トレンチャー式撹拌）
対象土	砂質土
改良深さ　(m)	2～3
設計基準強度 F_c　(kN/m²)	200
固化材の種類	高炉セメント B 種
固化材添加量　(kg/m³)	約 80
添加方法	スラリー添加（W/C＝80%）

図 8　本復旧工事の手順（下仲間地区）

5.　おわりに

写真 4、**写真 5** に堤防の復旧状況を示す。白川水系と緑川水系の河川堤防は同様の被害が生じたものの、被害状況や土質条件などを勘案して適切な復旧方法が選定され、堤防の再構築がなされた。液状化が発生し被害が大きい部分については、セメント系固化材による地盤改良が採用されることになった。従来堤防の性能よりも向上させた強化復旧であるため、地震をはじめとした今後の自然災害に対しての備えを図ることができた。

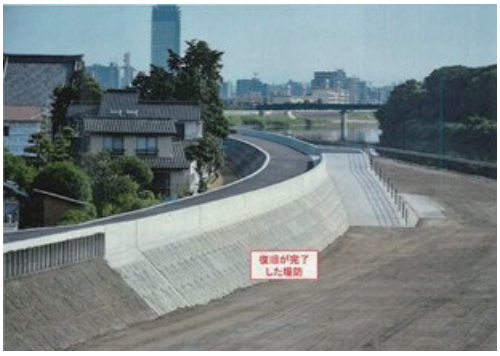


写真４　堤防の復旧状況（白川水系）

写真５　堤防の復旧状況（緑川水系）

【参考資料】

1）内閣府ホームページ：平成 28 年（2016 年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について（平成 30 年 4 月 13 日 18：00 現在）
http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_52.pdf（2021 年 9 月現在）

2）気象庁ホームページ：推定深度分図
www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/suikei/eventlist.html（2021 年 9 月現在）

3）緑川・白川堤防調査委員会、国土交通省九州地方整備局：緑川・白川堤防調査委員会報告書 本編、平成 29 年 3 月
http://www.qsr.mlit.go.jp/kumamoto/site_files/file/river/midorikawasirakawateibouto yousaiinkai/houkokusyo.pdf（2021 年 9 月現在）