

# 大型土のうを用いた 災害復旧対策工法



**AIST**

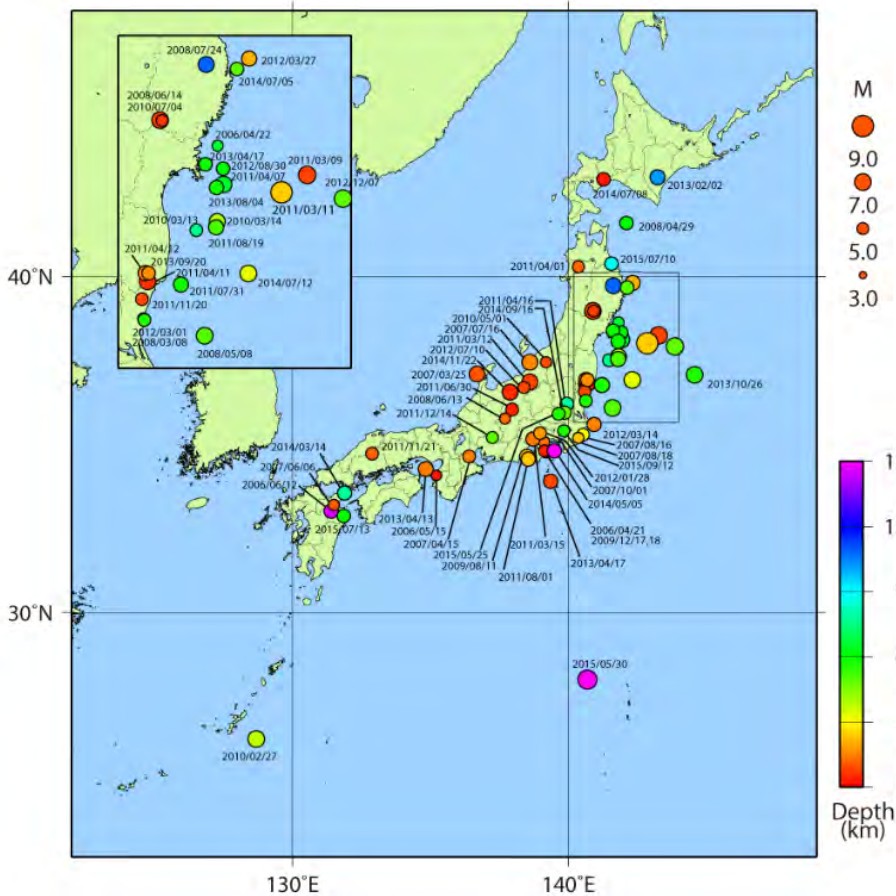
国立研究開発法人土木研究所

地質・地盤研究グループ 施工技術チーム

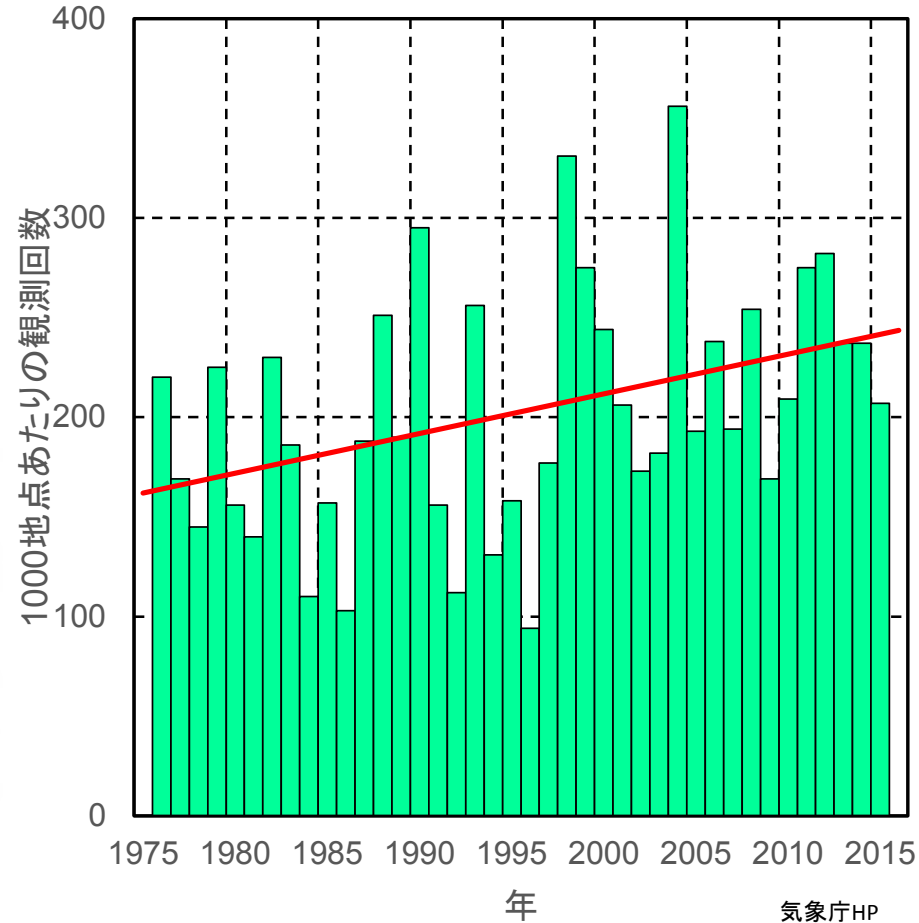
# 近年の災害誘因

○近年の日本では、規模の大きな地震が発生。集中豪雨の発生回数は増加傾向。

▼日本付近で発生した被害地震の震央分布 (平成18年～平成27年)



▼1時間降水量50mm以上の年間発生回数



# 道路盛土の被災事例

- 地震や降雨により土工構造物に甚大な被害が発生する場合がある。
- 長期間の通行止めは、復旧支援や人流・物流等の社会経済活動に大きな影響。



能登有料道路(のと里山海道) (2007. 3)



関東・東北豪雨 (2015. 9)



東名高速道路牧之原SA付近 (2009. 8)

NEXCO中日本HP



国道1号西湘バイパス (2007. 9)

横浜国道事務所HP

# 道路盛土の復旧対応の視点

- 早期の交通機能の回復
- 現場条件に応じた迅速な復旧対策手法の選定
- 応急復旧が本復旧として利用できるか、本復旧の施工時に大きな手戻りが生じないか

2011.3東北地方太平洋沖地震(国道51号茨城県大洗町)



2011年3月12日:全面通行止め

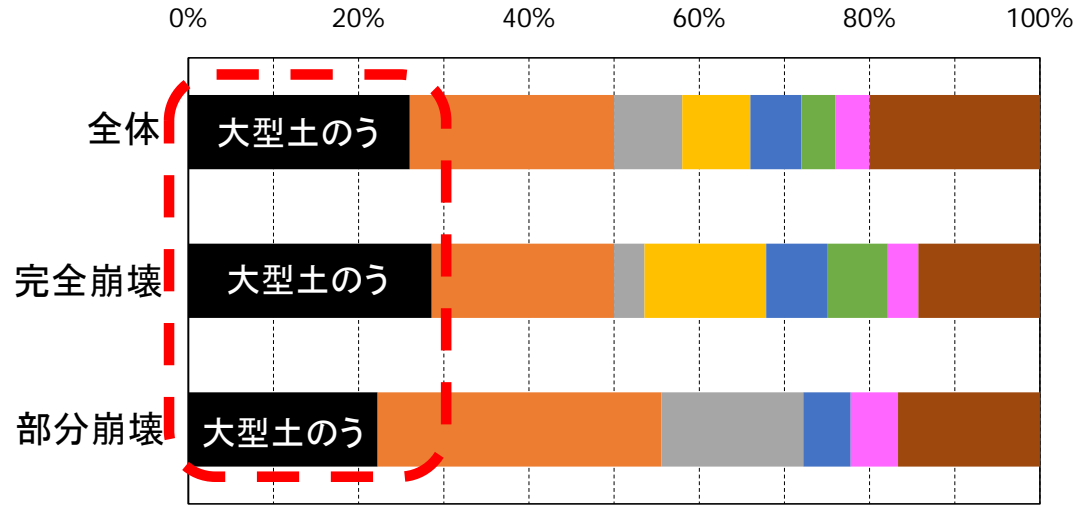
→ 2011年3月23日:2車線で交通開放

→ 2012年3月28日:本復旧完了

# 道路盛土の復旧事例

- 道路盛土の被災事例を調査した結果、多くが応急復旧後に本復旧を実施。
- 応急復旧の約3割で大型土のうを使用。
- 本復旧では大型土のうと裏込め土を撤去掘削して、再構築（盛土、擁壁、補強土壁等）されていることから手戻りが発生。

## ▼応急復旧工法の採用状況



- 大型土のう
- 土工
- 鋼矢板、H鋼打設
- 仮橋
- フトン管・鋼製枠
- 補強土工
- 軽量盛土
- その他（アンカー、段差の解消、擁壁、土砂撤去、親杭横矢板、車線のシフト）

※92事例を対象とした文献調査  
 ※迂回路・片側交互通行による対応を除く

- ・完全崩壊: 全ての車線を含む崩壊
- ・部分崩壊: 1車線以上が残る崩壊

## ▼大型土のうによる応急復旧の例



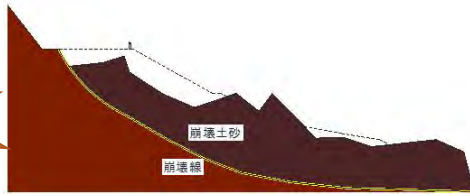
2016年熊本地震(国道443号益城町)



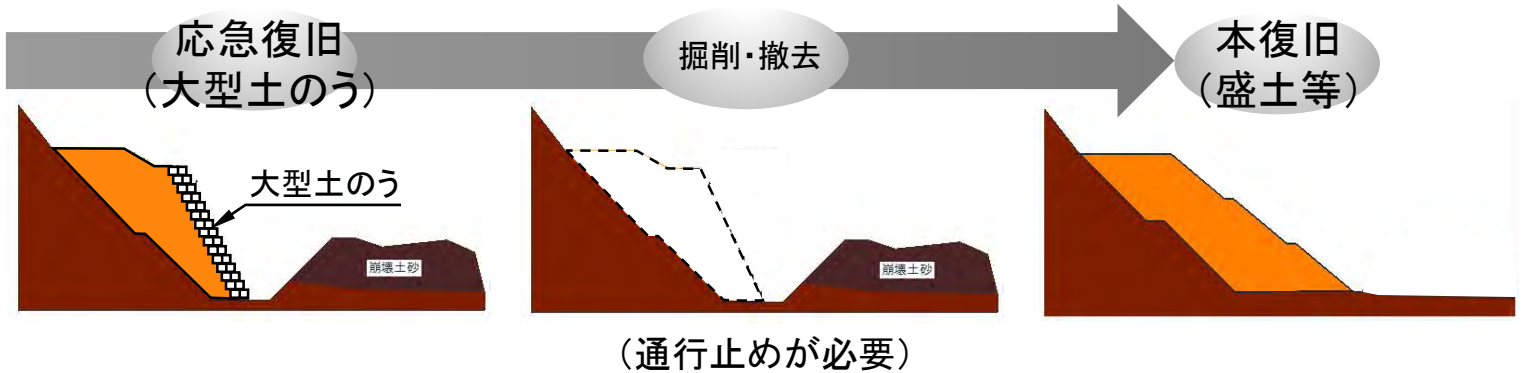
大型土のう撤去後、  
 盛土、擁壁、補強土壁で  
 本復旧されることが多い

# 大型土のうを用いた復旧工法

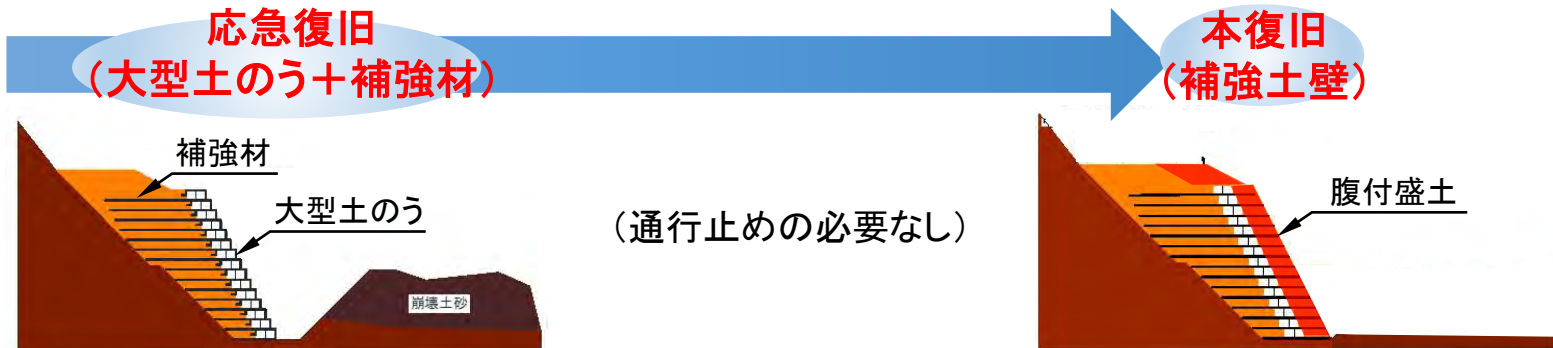
○応急復旧から本復旧への過程における手戻りをなくすため、応急復旧の際に設置した大型土のうを残置した状態でその前面に腹付け盛土を構築して復旧を図る工法。



従来



本工法



# メリット

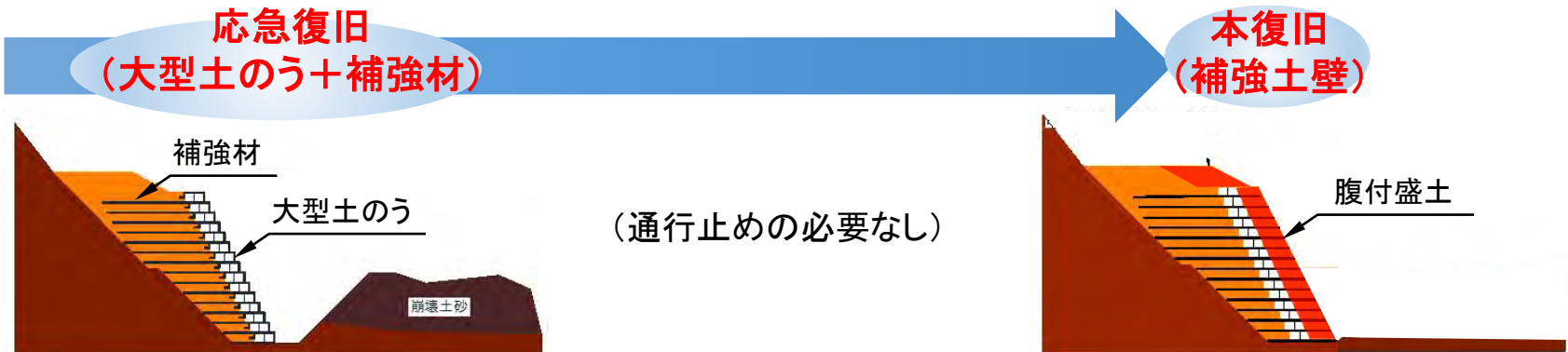
## 本工法のメリット

- 応急復旧から本復旧の過程で、
  - 通行止めの必要がない。
  - 手戻りが少ない(工期短縮、コスト縮減)。
- 特殊な資機材を必要としない。

## 本工法が適する条件

- 周辺に迂回路がなく、本復旧時に通行止めができない。
- 応急復旧までに、やや時間をかけることができる。

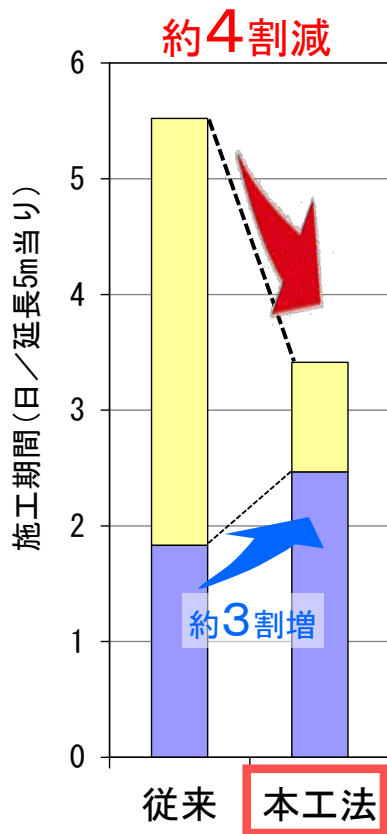
本工法



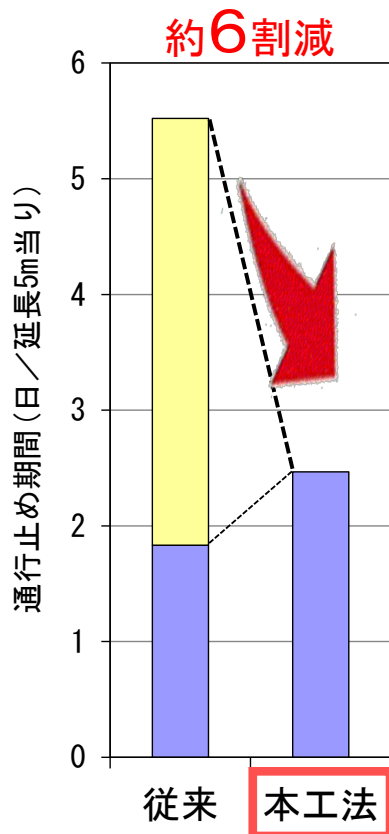
# メリット（施工時間・通行止め・施工費）

○従来に比べ、本工法では施工期間が約4割縮減、施工に伴う通行止め期間が約6割縮減、施工費が約3割縮減（試算結果）。

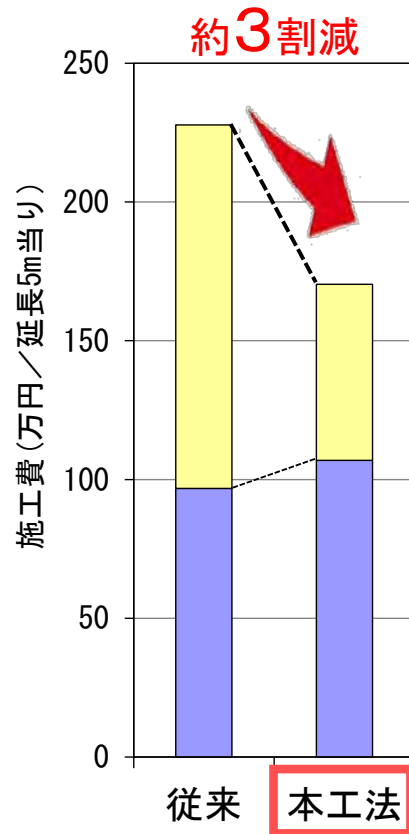
## ▼施工期間(試算)



## ▼通行止め期間(試算)

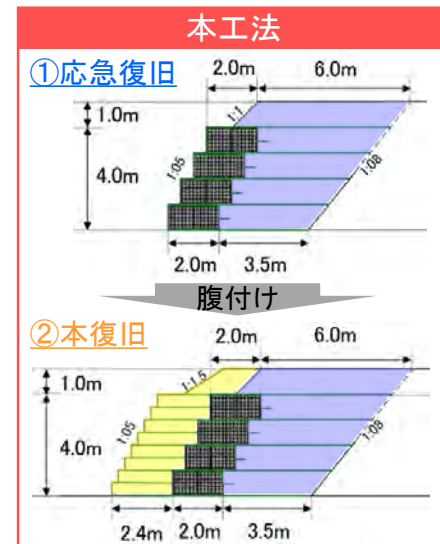
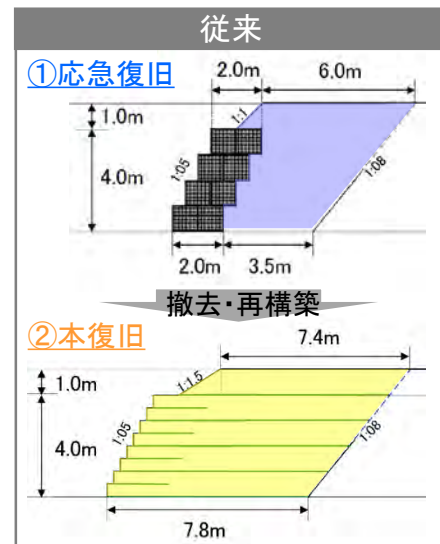


## ▼施工費(試算)



凡例  
 本復旧  
 応急復旧

・土木研究所が実施した実大試験盛土を対象に試算  
 ・土木工事積算基準(国土交通省)、H27土木工事積算標準単価(建設物価調査会)、「耐水性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル(土木研究センター)に基づき日数・施工費を積算  
 ・崩壊土砂掘削工・排水工・舗装工・運搬は除く

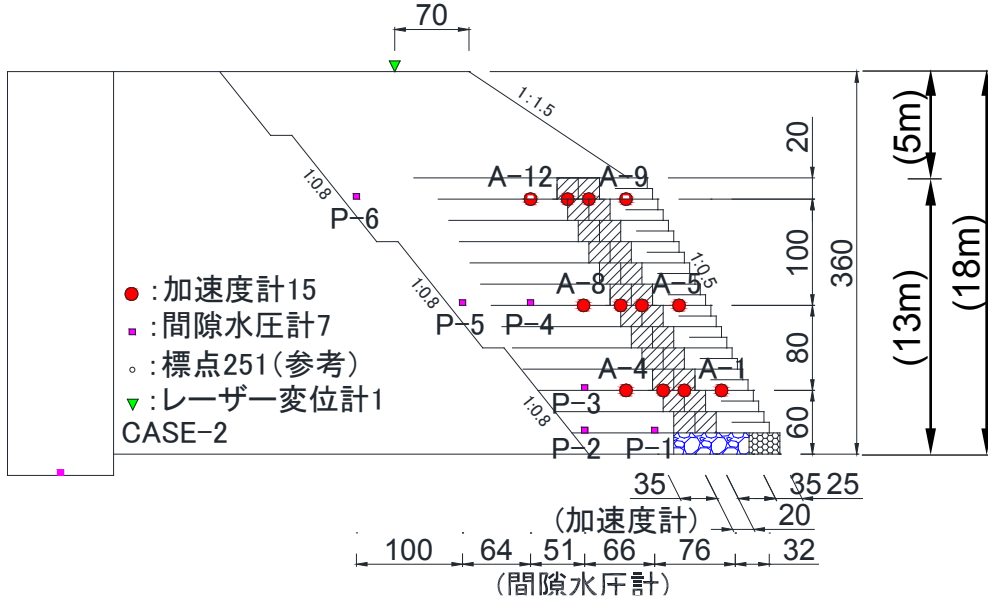




# 遠心模型実験

○動的遠心模型実験により本工法の地震時挙動について検証。

## ▼供試体の例(本復旧盛土)



単位: mm、( )内は実大換算寸法

## ➤ 加振条件

遠心加速度: 50G

加速度: 150gal → 250gal → 350gal → 500gal

正弦波: 各加速度レベルで20波

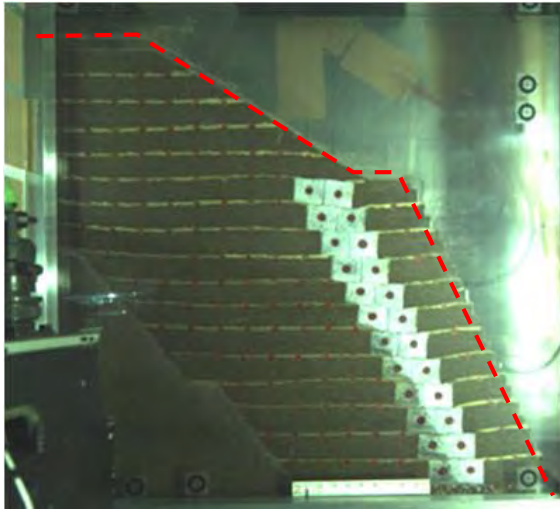
## ▼遠心力载荷試験装置



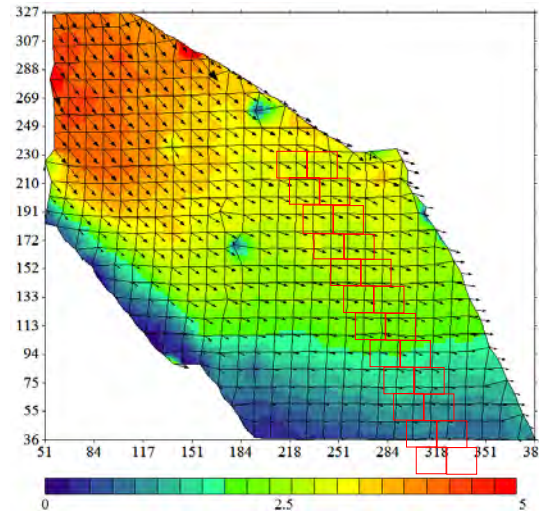
# 遠心模型実験

○加振時において、大型土のうと周囲の盛土材が一体的な挙動を呈している。

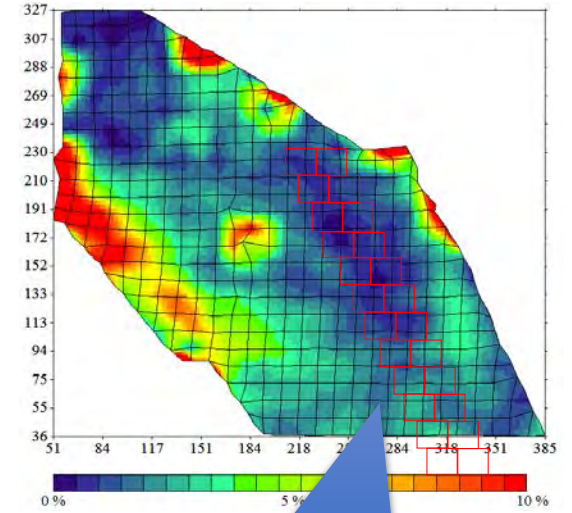
▼500gal 加振後の状況



▼相対変位分布



▼せん断ひずみ分布

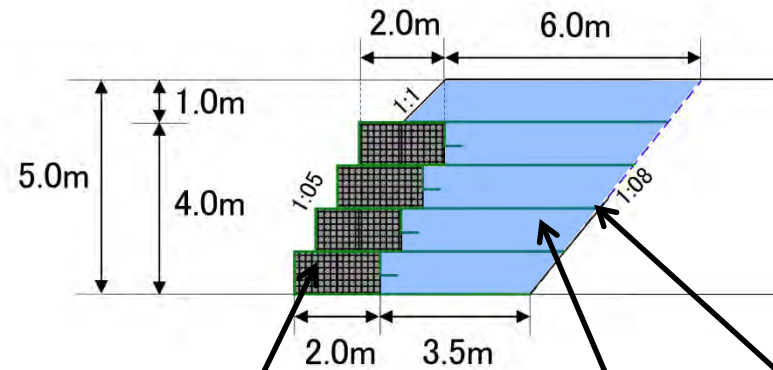


大型土のうと盛土材の間で  
ずれる挙動なし

# 実大盛土試験施工

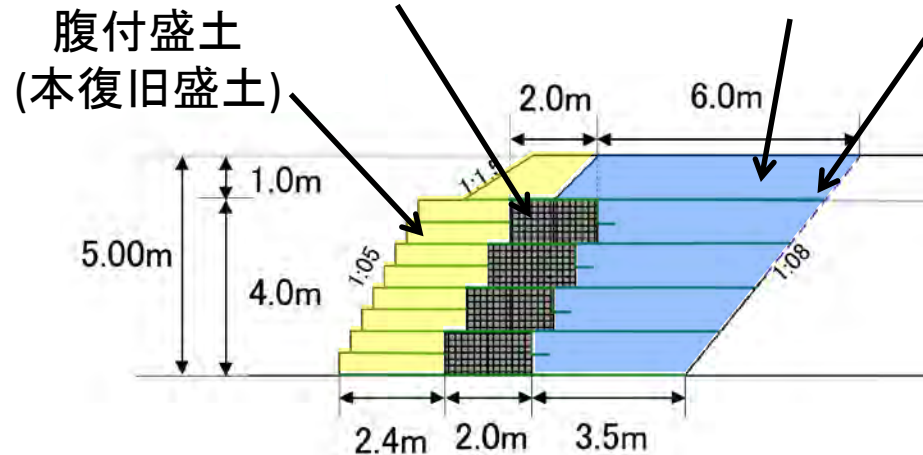
○大型土のう材を用いた復旧盛土に関する実大規模の試験施工を行い、施工性や交通荷重による影響等を確認

## ① 応急復旧



大型土のう 応急復旧盛土 補強材

## ② 本復旧



腹付盛土  
(本復旧盛土)

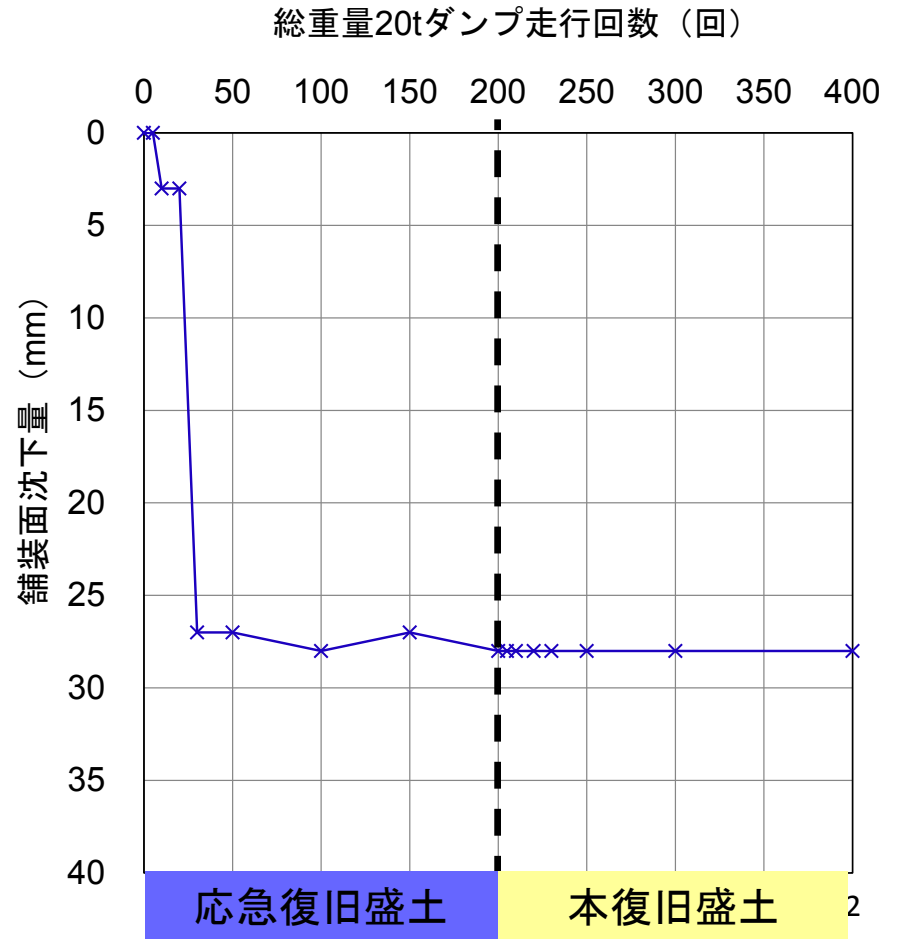
# 実大盛土試験施工

- 大型車の繰返し走行に対して安定的な挙動を示すことを確認。長期的な安定性の検証のために、継続的にモニタリングを実施中。
- 施工手順や施工上の留意点について、手引き(案)として取りまとめ。

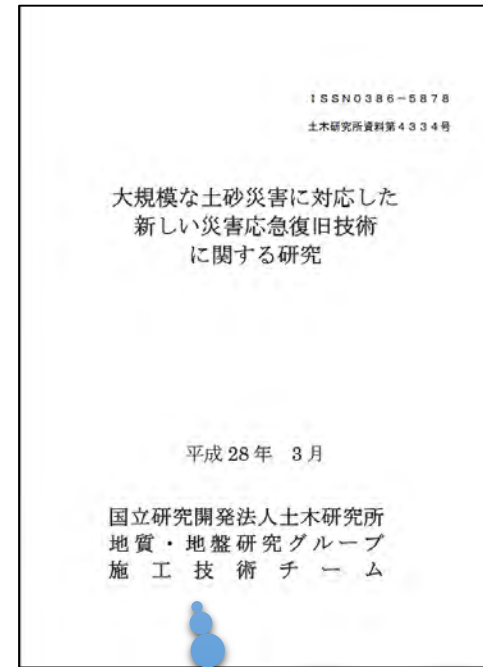
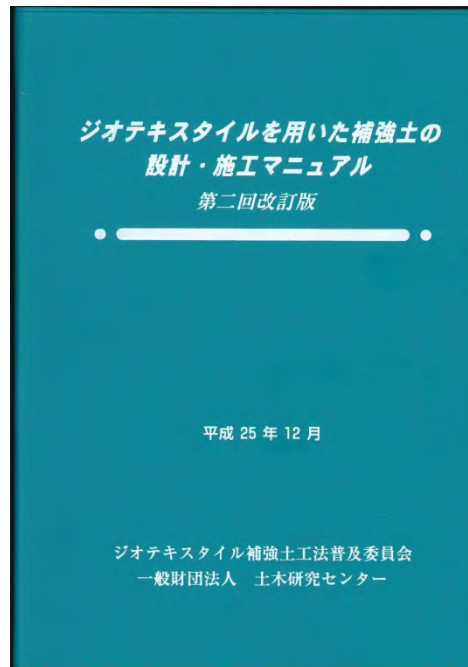
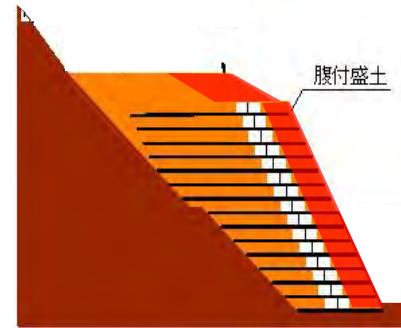
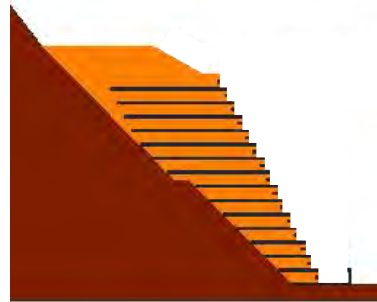
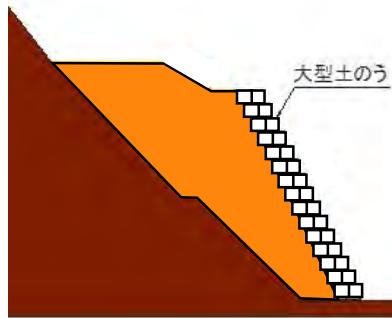
## ▼ダンプトラックの走行状況



## ▼舗装面沈下量



# 大型土のうを用いた災害復旧対策工法施工の手引き（案）



大型土のうを用いた災害復旧  
対策工法施工の手引き（案）

# 使用材料（大型土のう）

○大型土のうは適切な強度や耐久性を有するものを使用することが重要。

## ▼留意点

### (1) 強度

- ・ 安全使用荷重(吊り上げ荷重)は製品により異なる(500kgの製品もあり)

### (2) 耐久性

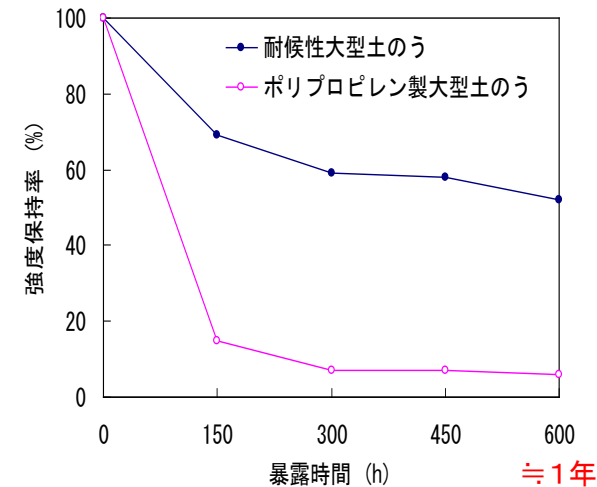
- ・ 耐候性に劣るものは紫外線により強度低下(再利用されているものや保管状況の悪いものは注意。黒色でも耐候性がない製品もあり)
- ・ 本復旧までの放置期間を考慮(1年もの、2年もの・・・)



従来型の大型土のう



耐候性大型土のう



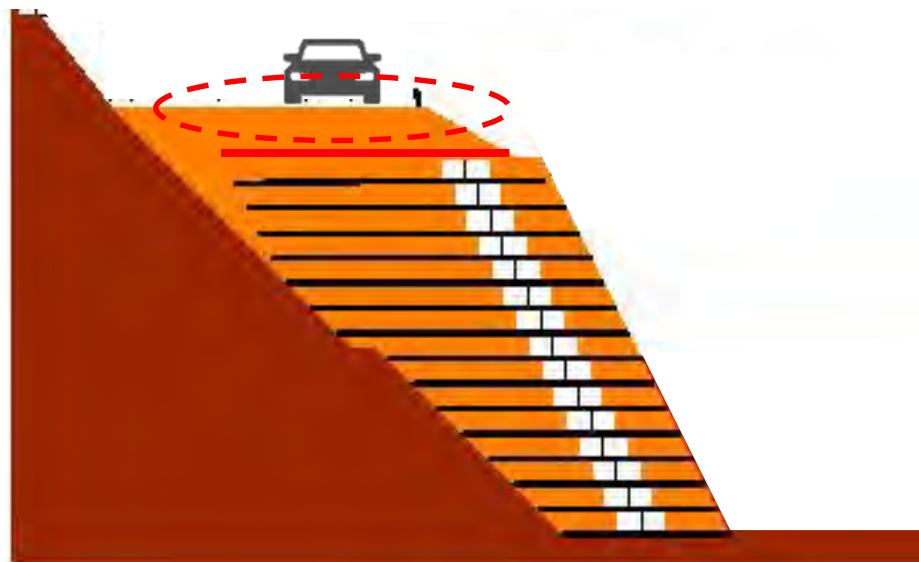
紫外線劣化促進試験の例

# 設計

○ジオテキスタイルで補強された領域を躯体と仮定して、ジオテキスタイルを用いた補強土壁として設計する。

## ▼留意点

- ・ 応急復旧対策時に、本復旧時に必要な補強材敷設長(最低敷設長:0.4H かつ 3m 以上)を考慮
- ・ 本復旧時に大型土のうが本線直下とならないよう嵩上げ盛土を設ける(局所的な沈下への配慮)
- ・ 嵩上げ盛土底面にジオテキスタイルを敷設(天端付近の大型土のうの変形抑制)



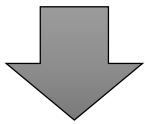
# 施工手順（応急復旧①）

○応急復旧断面が本復旧断面の一部となることから、応急復旧段階においても品質管理を適切に行う。



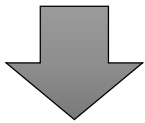
## ①大型土のう製作

- ・本復旧断面の一部となるため、品質管理（形状・重量）を適切に行う。
- ・中詰め材には碎石を用いる。
- ・土のう高さが補強材敷設間隔となる。
- ・筒などの治具を使うと良い。



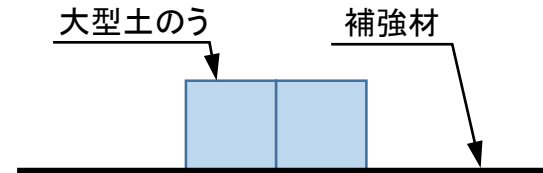
## ②基盤排水層

- ・基盤排水層（碎石，砂）または基盤排水溝を基礎地盤上に設ける。



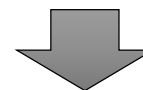
## ③補強材・大型土のう設置

- ・大型土のうの設置箇所がわかるように補強材に目印をつけると良い。
- ・本復旧時の壁面に対して垂直となるように敷設する（捻じれた場合、本復旧の壁面材との連結が困難）。



## ④裏込材敷均し・転圧

- ・土のう間の隙間にも盛土材充填。



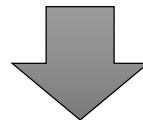
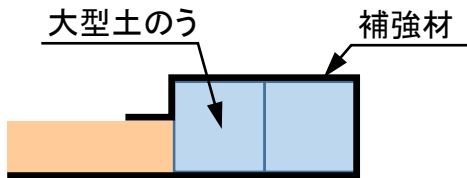


# 施工手順（応急復旧②）



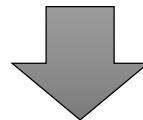
## ⑤ ジオテキスタイルの巻き上げ

・補強材はたるみの無いように巻き上げる。

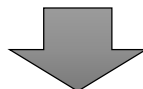
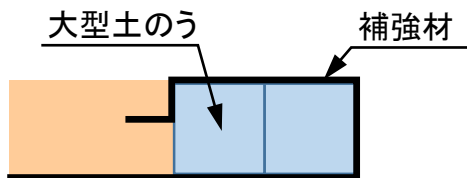


## ⑦ 嵩上げ盛土

・嵩上げ盛土の底盤にジオテキスタイルを敷設（沈下抑制）



## ⑥ 裏込材敷均し・転圧



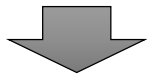
応急復旧完了



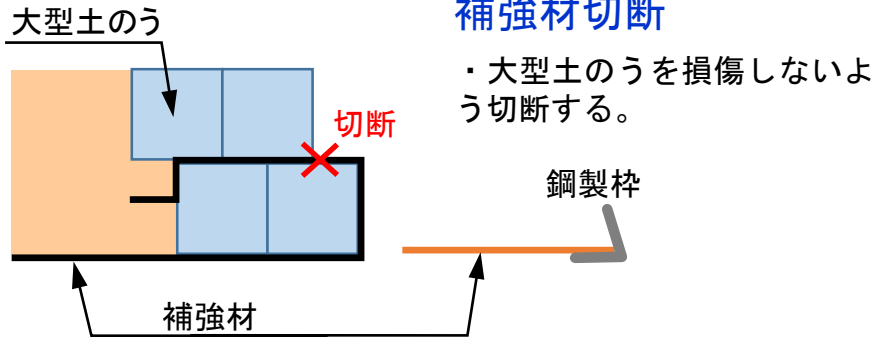
# 施工手順（本復旧）



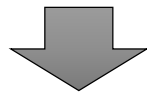
①壁面材の設置  
補強材との連結



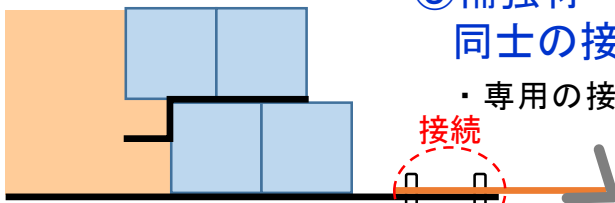
②巻き込み部の  
補強材切断



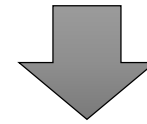
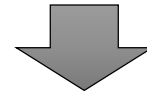
・大型土のうを損傷しないよう切断する。



③補強材  
同士の接続

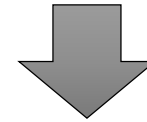


・専用の接続材を用いるとよい。



④裏込材敷均し・転圧

・施工範囲が狭小となることや前面側での作業となるため、安全に注意する。

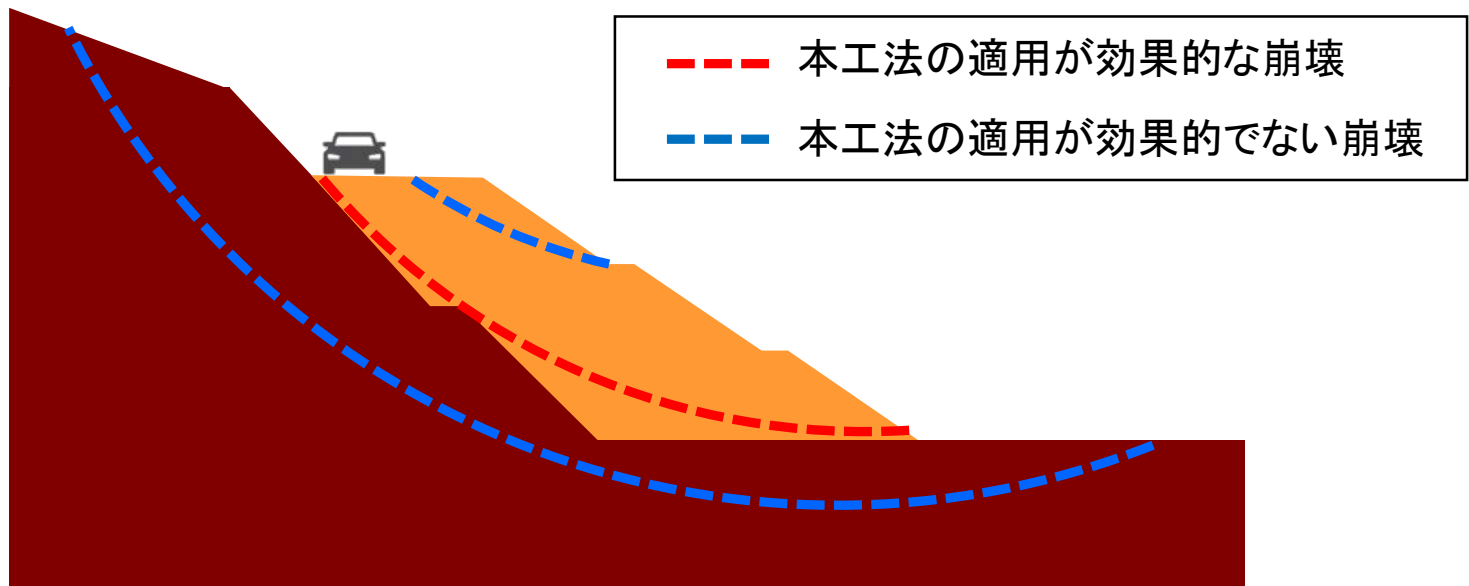


本復旧完了



# 適用の留意点

- 応急復旧での早期の交通解放を最も重視する場合には適していない。
- 代替路の確保が可能であるなど本復旧の際に通行止めを行っての撤去・再構築が可能な場合や、他車線の切り回しによる交通確保が可能な場合はコスト面で不利となる。
- 盛土自体の崩壊の復旧工法であるため、基礎地盤を含むような崩壊箇所では、根本的な対策とならない。



# お問い合わせ先

国立研究開発法人 土木研究所  
地質・地盤研究グループ  
施工技術チーム

TEL.029-879-6759

〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6