

平成28年熊本地震現地調査速報会

# 土木・建築構造物の被害

平成28年5月17日高知大学朝倉キャンパス

高知大学 防災推進センター 客員教授  
(株)第一コンサルタンツ 代表取締役社長  
右城 猛

## 調査概要

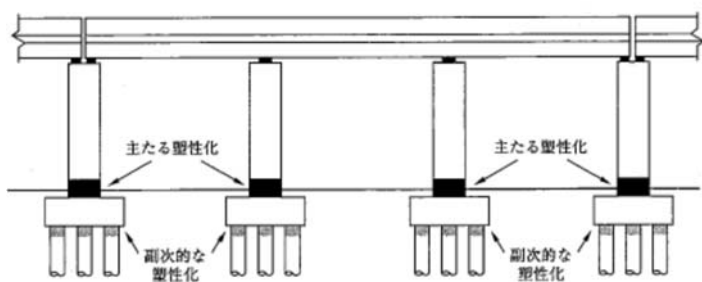
- A) 調査期間 平成28年5月6日～8日
- B) 調査場所 西原村、益城町、熊本市
- C) 調査対象
  - ① 土木構造物 (橋梁、擁壁)
  - ② 建築構造物 (木造住宅、軽量鉄骨造住宅、RC造建築物)



# 西原村大切畑大橋 脚柱基部の曲げ亀裂



平成13年3月竣工  
橋長 265.4m  
5径間連続曲線プレートガーダー橋



道路橋示方書

橋脚に幅4mmのひび割れが20～60cm間隔で柱の基部から中央付近まで入っていた。

## 橋桁が横に約1m移動、伸縮・支承の破損



橋桁が約1.1m横移動、路面に40cmの段差



橋台部



橋脚部



落橋防止ケーブルが破断

積層ゴム支承が破断し、橋桁が支承から逸脱



# 益城町 第一畑中橋

町道赤井木山線が木山川を渡る地点  
橋長34.3m、幅員6.0m  
3径間単純PC床板橋  
パイルベント式橋脚  
昭和36年3月竣工



橋台背後の盛土が沈下し70cmの段差



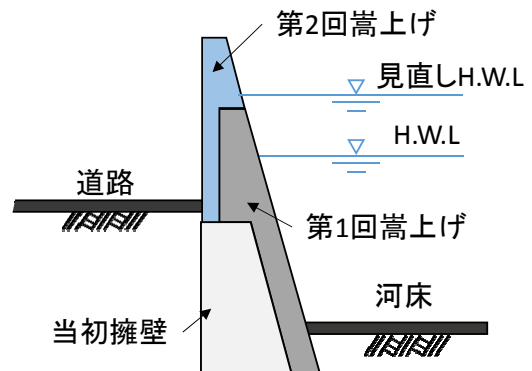
橋脚の柱頭部が座屈破壊  
鉄筋は丸鋼、帯筋は非常に小さい

# 嵩上げた護岸擁壁が崩壊してバラバラに

益城町妙見川



被災前

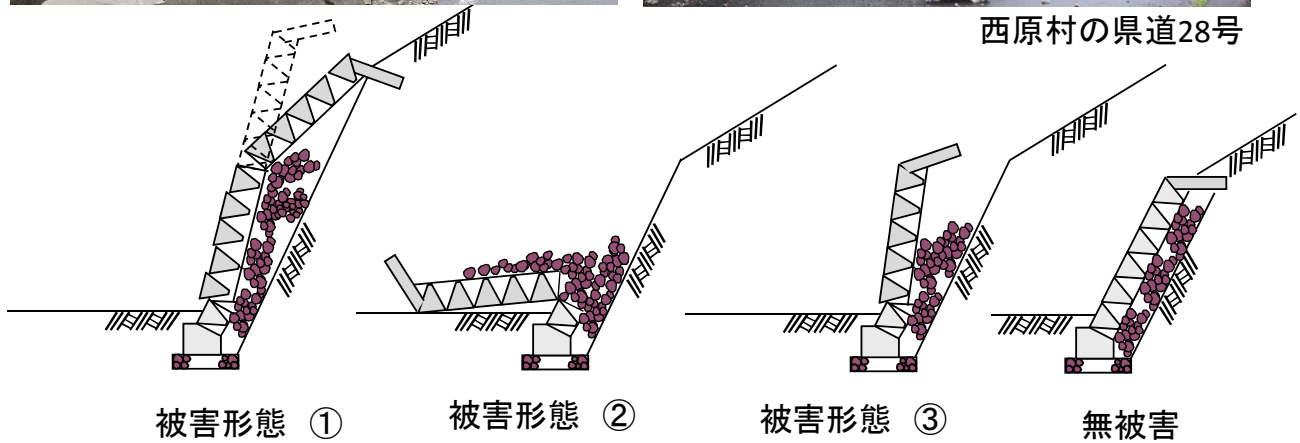




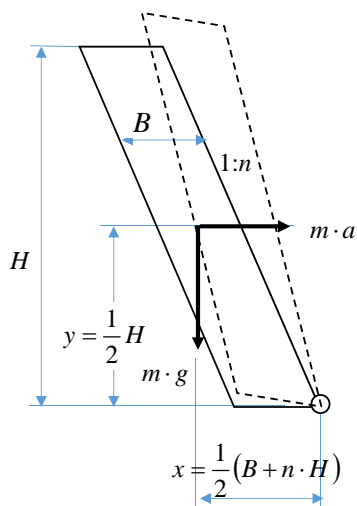
# ブロック積擁壁に3パターンの被害



西原村の県道28号



## 600gal以上の加速度を受けると起き上がる



益城町下陳

### 転倒安全率

$$F_s = \frac{m \cdot g \cdot x}{m \cdot a \cdot y} = \frac{g}{a} \left( n + \frac{B}{H} \right)$$

$$F_a = 1.0, n = 0.5, B/H = 0.1$$

$$g = 980 \text{ gal}$$

$$a \geq 588 \div 600 \text{ gal}$$

- 水平方向加速度が600galを超えると回転運動を始める。
- 擁壁は起き上がって地山から離れている⇒地山は安定している。
- クーロン理論のような土圧は擁壁に作用しない



## 道路に埋設した水道管の漏水で斜面崩壊

西原村



## 1人の犠牲者も出さなかった奇跡の集落

西原村大切畑地区



大切畑地区は26戸、約100人の集落。消防団員の住民4人が一軒一軒、住民の安否を確かめて回り、倒壊した家屋の下敷きになった9人全員を救出。



# 新しい木造住宅は損傷が軽微 (西原村)



大切畑大橋の近くの木造住宅



# 瓦礫化した木造住宅(益城町宮園)





# 益城町の木造住宅の倒壊

県道28号と秋津川に挟まれた区域の倒壊率が高い(地盤の影響?)



## 地盤改良は効果があった (益城町古閑)



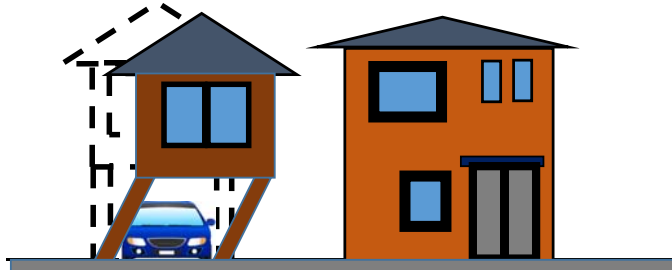
地盤が30cm横にずれた

隣接した護岸は大きく変状。

基礎に直径60cm、長さ10mの地盤改良杭を施工。家屋には被害なし。  
「危険」の判定は、塀の傾斜による。



## 隣の住宅が倒れ掛かってきた

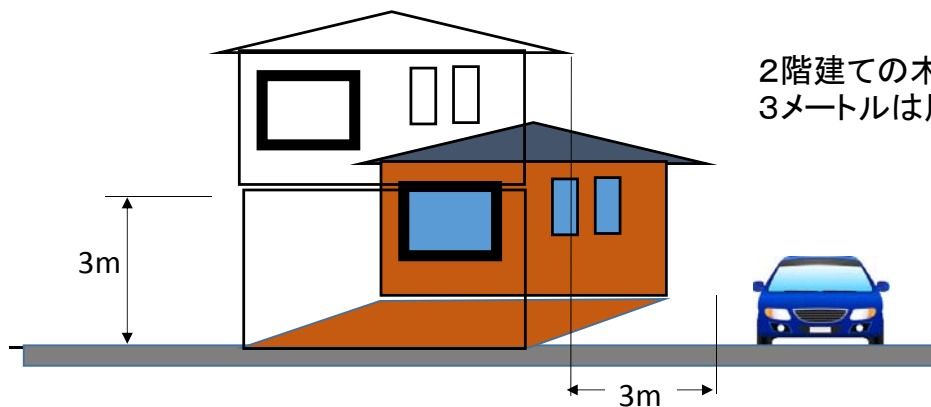


築9年の木造

隣家の倒壊の影響で窓、壁面、エコ給湯タンクなど破損。

地震は天災のため隣家に損害賠償責任はない。

## 住宅倒壊による道路閉塞が多かった



2階建ての木造住宅が倒れると、  
3メートルは用地を占有する



# 伝統的木造住宅

倒壊した住宅



倒壊を免れた住宅



# 軽量鉄骨造住宅

倒壊した住宅(耐震等級1)

築10年？



倒壊を免れた住宅

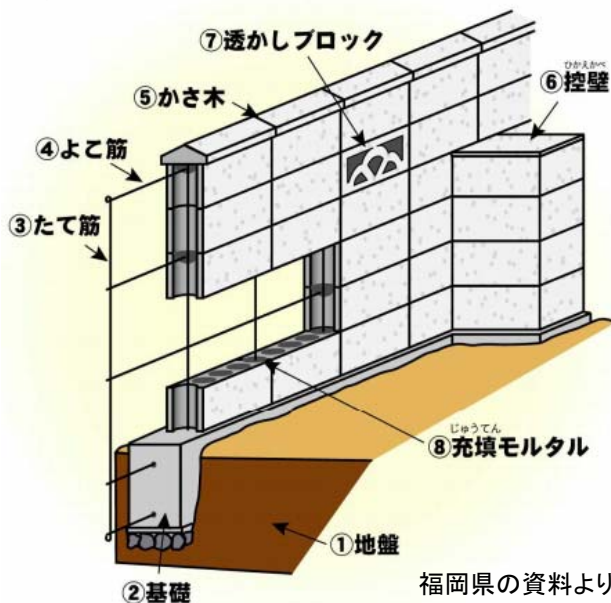
築20年？





# 多くのブロック塀が倒壊した

建築基準法が守られていないブロック塀が多かった



宮城県沖地震 (1978年)では、14名がブロック塀の下敷きで死亡。

# エコキュート・貯湯タンクの転倒が目立った



2011年以前のエコキュートか？

エコキュートは、ベターリビングが定める耐震基準の水平震度1Gに耐える耐震強度が確保されているが、東日本大震災で96件の転倒被害が発生。2011年以降は各メーカーが固定する方法を改善している。



# 玄関ピロティ部の柱が曲げ破壊



# 3階建てRC造店舗の層崩壊 1968年建築(48年)



地震前の状況



主筋、帯筋は丸鋼。主筋が座屈。  
腐食している。コンクリートの劣化、クラックの恐れ。

熊本市南区平田



## 5階建てRC造共同住宅兼店舗の層崩壊



駐車場側



国道57号側



熊本市東区西原1丁目



地震前の状況

## 7階建てRC造集合住宅兼店舗の層崩壊



熊本市西区出町1丁目  
S49年竣工、築42年  
H25年改装  
890万円で売買



南北住棟の1階は駐車場でピロティ。  
柱の主筋、帯筋は異形鋼棒。帯筋が破断し、主筋が座屈。鉄筋は腐食。



## 3階建てRC造診療所の層崩壊



熊本市中央区安政町  
竣工年は不明



主筋は異形棒鋼、帯筋は丸鋼で200~300mm間隔。  
建築基準法施行令で帯筋間隔が規定されたS46(1971)年以前の施工？

## 反省と今後の課題

### ➤ 橋梁

- 支承、落橋防止装置が破損したが、落橋防止システムが機能し落橋を防止できた。
- 多くの橋梁で盛土が沈下し橋台部に大きな段差。

### ➤ 擁壁

- クーロン土圧理論で仮定しているようなすべり面は発生しない。擁壁が前方へ転倒しても地山は安定している。
- 動力学に基づく等の新たな安定性照査法の研究が必要。

### ➤ 水道管

- 水道管の継手が外れ漏水すると地盤災害を引き起こす。漏水防止対策が必要。



## ➤木造・軽量鉄骨住宅

- 震度7の揺れを前震と本震の2回受けた。前震ではひび割れ程度であった住宅も本震で倒壊した。
- 大きな揺れを繰り返して受けても倒壊しない靱性の高い住宅の研究開発が必要。
- 地盤改良による被害軽減効果が確認された。
- 古い、壁量が少ない、間口が広、本瓦の住宅は耐震性に劣ることが確認された。
- 住宅倒壊で道路を塞いだり、隣家に倒れ掛かって倒壊させるという災害が多く発生。隣地境界に3m以上の余裕を確保するのが望ましい。
- 土葺きの本瓦は脱落する。
- 耐震等級1の軽量鉄骨住宅(プレハブ)に倒壊が見られた。
- 倒壊した住宅、しなかった住宅の相違点を精査すべき。

## ➤RC造建物

- 1階がピロティ、店舗などの古い建物が倒壊した。
- 倒壊した建物は柱の断面不足、鉄筋腐食、帯鉄筋不足などが原因。

## ➤ブロック塀、エコキュート

- ブロック塀、エコキュートの耐震性の点検と補強が必要。

## ➤その他

- 地震後の構造物の残余耐震性能の評価が必要。
- 材料の劣化を考慮した耐震性能の評価手法の確立が必要。
- 木造住宅の耐震性能は、地震特性を考慮できるエネルギー理論に基づくのが合理的。