

2016年熊本地震による地盤災害

東京大学生産技術研究所
清田 隆

2016年9月8日資料

熊本南部・益城エリア

調査箇所

- ・ 秋津川・木山川堤防被害
- ・ 熊本港・南区JR沿線の液状化
- ・ 益城地区の住宅・道路被害



南区JR沿線

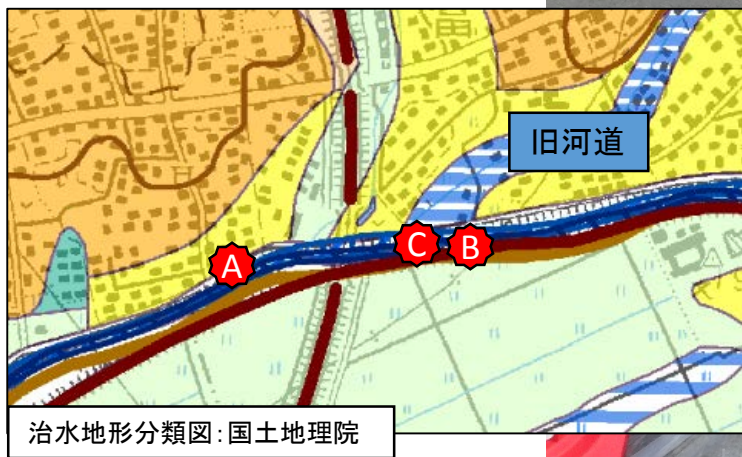
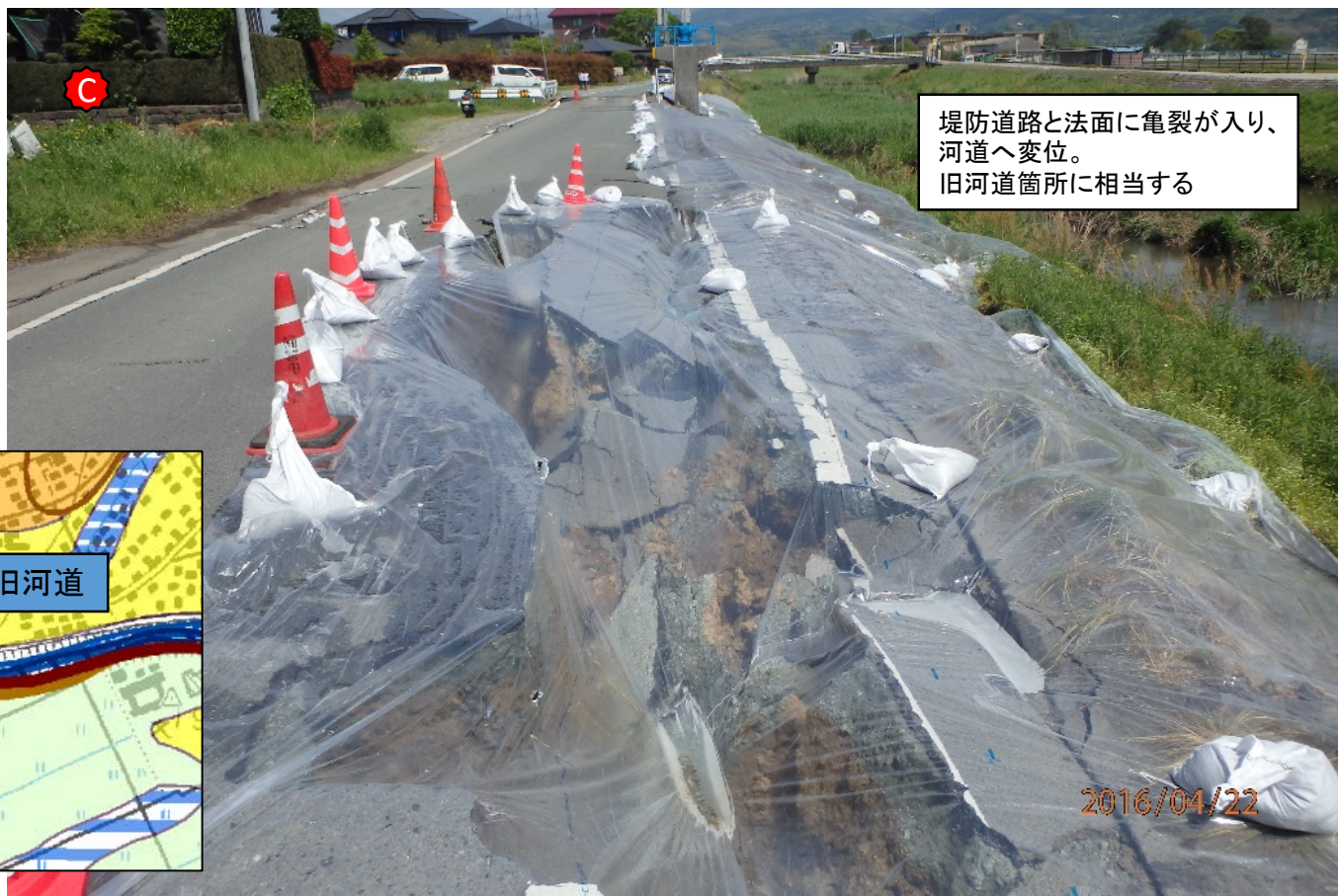


- JR線路東側で噴砂の発生や構造物被害を確認
- このエリアで5、6軒の家屋沈下・傾斜が発生



堤防被害

- 堤防の側方変位・沈下・亀裂が、多数確認された。
- 家屋への直接的な被害は比較的少ない。
- 被災箇所は、旧河道や氾濫原（治水地形分類図より）に位置するケースが多い



九州自動車道(益城熊本空港IC南部)盛土被害

- ✓ 被害は4/14前震で発生
- ✓ 被害箇所は水路流路を変更した盛土箇所
- ✓ 高速道路路面は大きく沈下し、法面ははらみ出している
- ✓ **考えられる原因:** 軟弱な基礎地盤もしくは高い地下水位により飽和した盛土下部が、振動によりせん断抵抗が低下、その層が沈下・せん断変形し、追従して道路盛土全体が変形 (lateral spreading)
- ✓ すぐ脇の家屋は大きく傾斜している(液状化?)。軟弱な基礎地盤を示唆する。



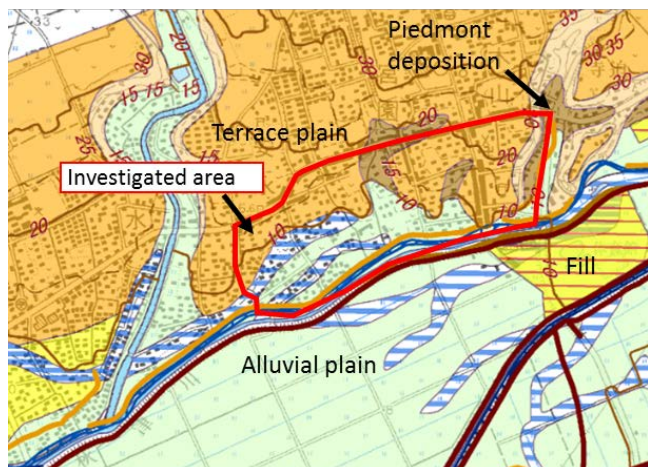
益城地区の住宅被害

- ・県道28号線南側で倒壊率非常に高い。
- ・新基準以降と思われる家の倒壊も目立つ
- ・4/14前震で大きな被害を受け、4/16本震で倒壊に至ったという証言が多い。
- ・倒壊家屋による住宅道路の閉塞が多く発生
- ・被害地域は緩傾斜地で、崖錐堆積物を含むやや緩い地盤であった可能性



益城町 家屋被害に及ぼす地盤変位の影響

- ・ 県道28号線南側は、緩い傾斜地盤であるため、東日本大震災時の造成地被害(例:折立)と同様の傾向(地すべり)があるか調査(4/30)
- ・ 道路に数cm～10cm程度の小クラック多数。埋め戻し土の沈下も生じている。
- ・ 連続性のある大亀裂は確認されず、**地域全体が地すべりのように変状した可能性は低い。個々の宅地の変状による住宅被害はある。**



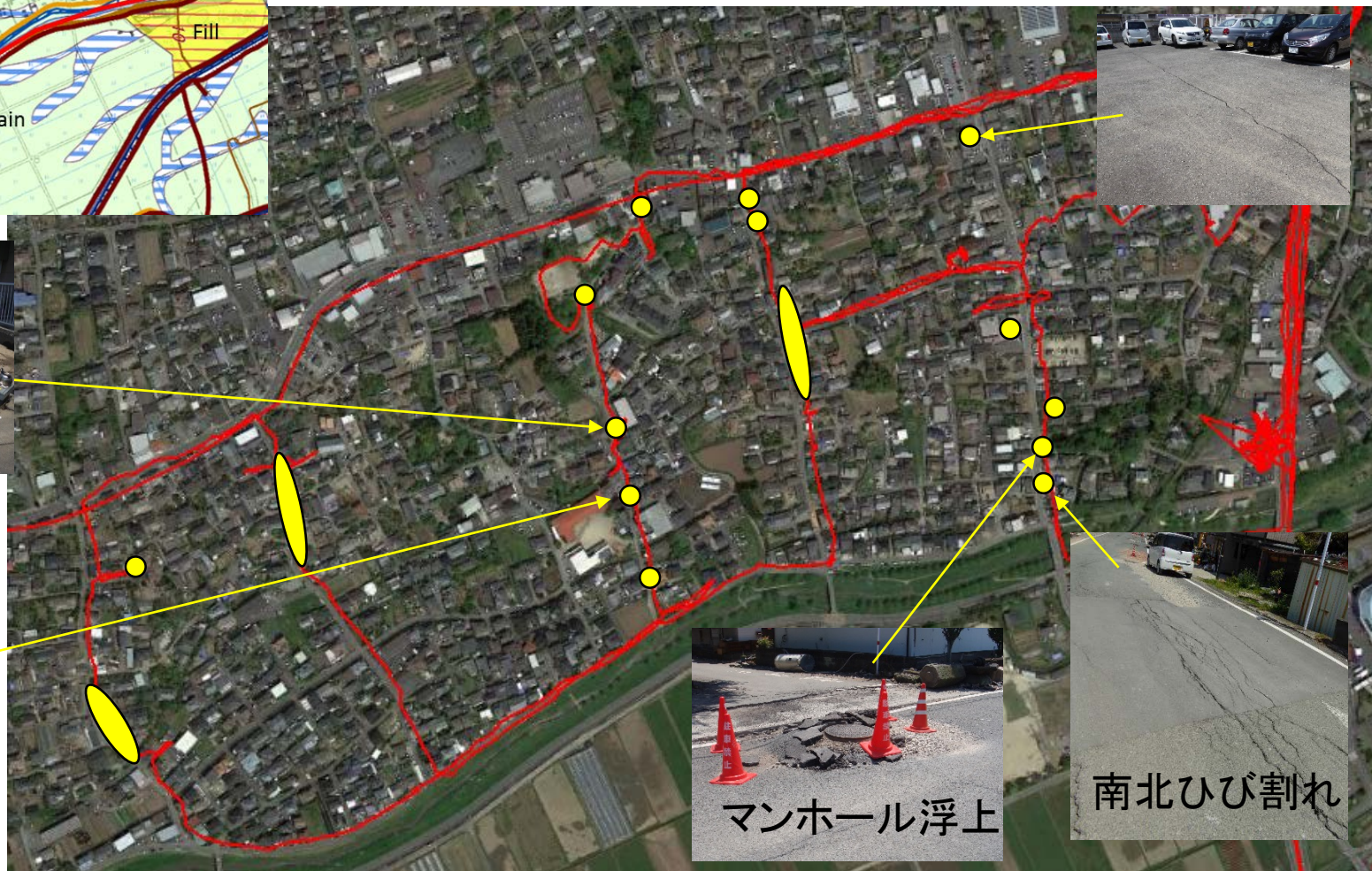
- ・ 調査地南部の河道に近づくると平地で軟弱地盤とリンクする地勢へ変化
- ・ 家屋の倒壊率は極端に低くなる。マンホール浮上が増える
- ・ 軟弱地盤による免震効果の可能性。



噴砂あり



この通りで最大の道路亀裂



マンホール浮上



南北ひび割れ

国道443号線(寺迫)

- ✓ 崩壊は4/14前震で発生
- ✓ 治水地形分類図によると、崩壊箇所は地山と崖錐の境界に相当
- ✓ 崖錐部分のすべり破壊が原因か
- ✓ 寺迫交差点南側の道路も被害大(氾濫原に相当)

木が大きく傾く

崖錐堆積物？

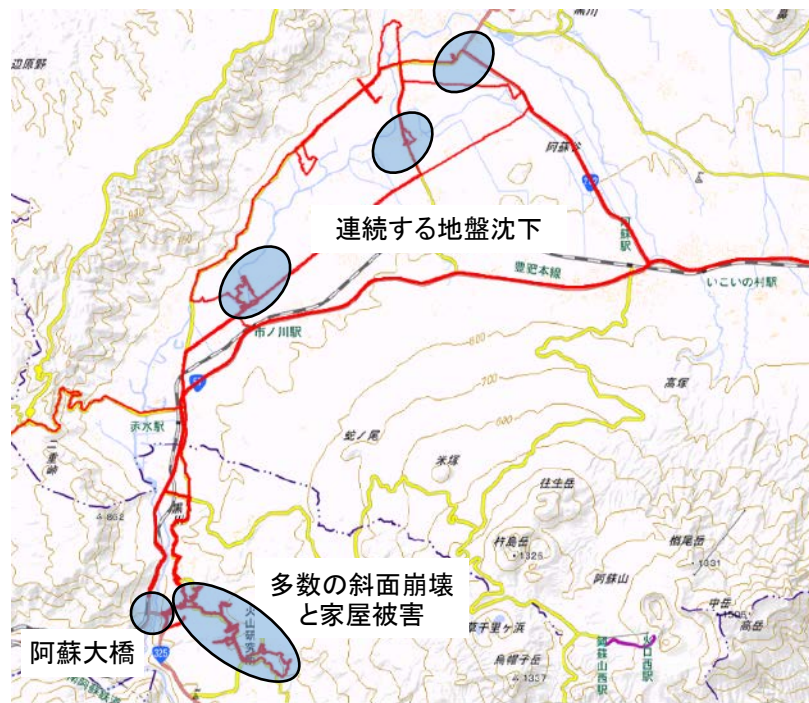
地山？



阿蘇エリア

Keyword: 斜面崩壊・火山堆積物・断層・造成盛土

- 阿蘇大橋流出
- 大規模斜面災害
- 造成地の家屋被害
- 北東－南西に連続する地盤沈下



阿蘇大橋西側の斜面崩壊

斜面崩壊と阿蘇大橋流出 (阿蘇大橋東側からの撮影)

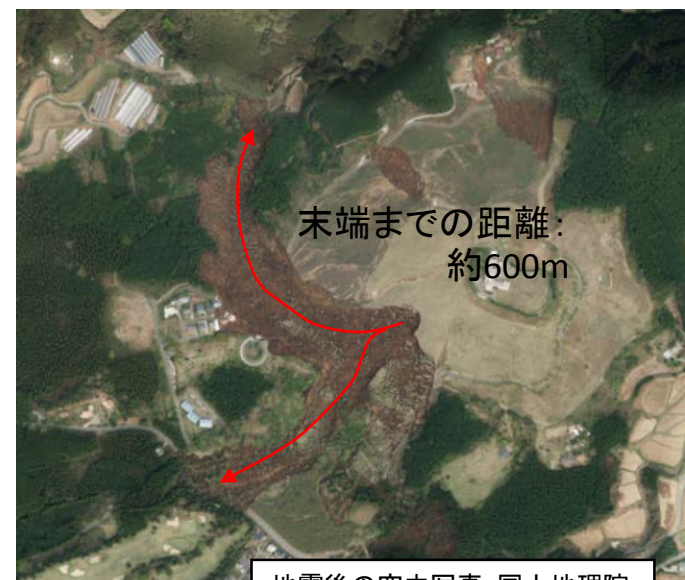


崩壊箇所は緩い谷地形であった？
Google earth



その他の斜面災害

- ✓ 斜面の傾斜は 10° 程度かそれ以下
- ✓ 救出作業中のため、自衛隊による斜面監視



地震後の空中写真: 国土地理院



崩壊した土砂を受けた家屋



崩壊地下部の住宅は震動による被害は確認されない

その他の斜面災害

地震後の空中写真: 国土地理院

末端までの距離:
約90m



滑落崖の横の住宅は震動による被害は確認されない



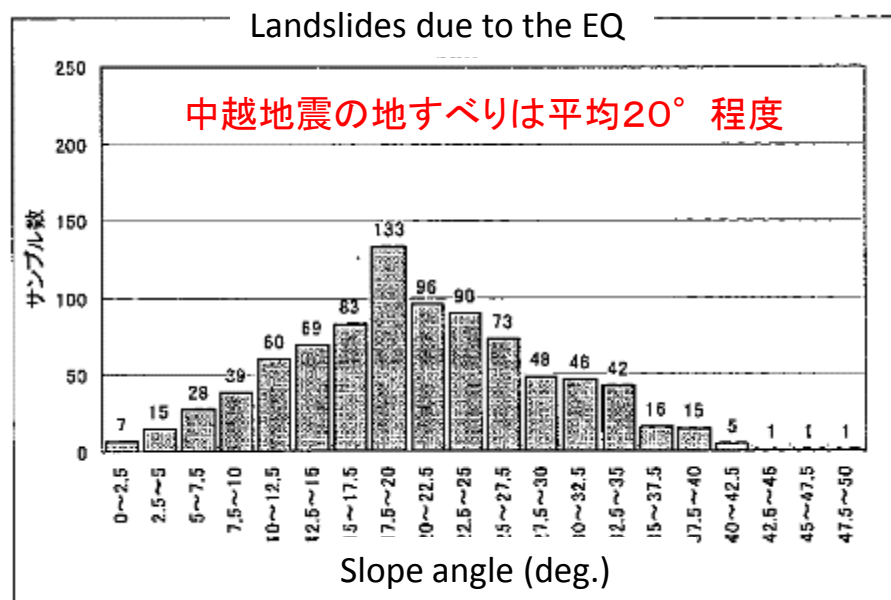
滑落崖(高さ10m程度)



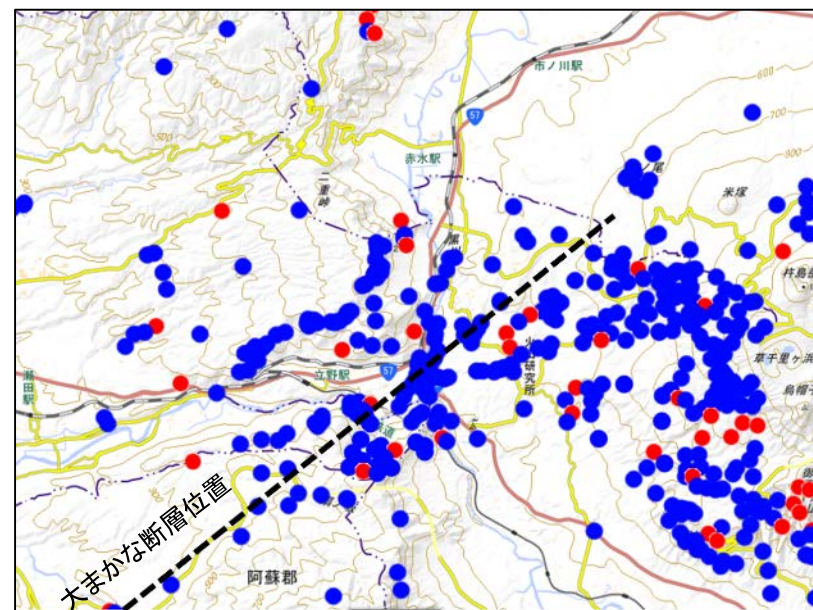
斜面の傾斜は約 10°

阿蘇エリアの斜面災害の特徴

- 火山灰を主体とした表層崩壊
- 崩壊斜面の傾斜角が非常になだらか(10° 以下もある)
- 非常になだらかだが、流下距離が長い。残留強度が非常に低いor液状化に近い状態で流下しているのでは
- 斜面崩壊は断層の両側に分布。横ずれが卓越する断層運動のためでは



Histogram of slope gradient of earthquake-induced landslide by 2004 earthquake, Yamazaki, 2008



地すべり分布: 国土地理院

阿蘇地区 住宅地の被害





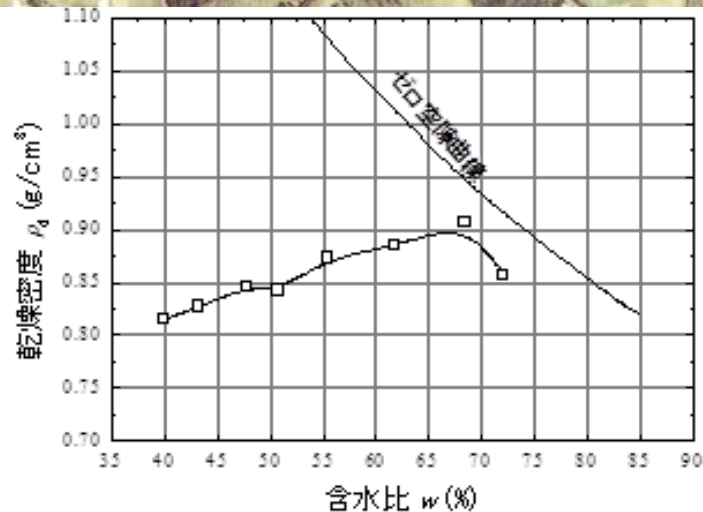
2016/04/23

構造の損傷は限定的
の問題



2016/04/23

造成前1975年



2016年



国土地理院

- ✓ 盛土と切土で地盤を整形した痕跡
- ✓ 盛土部は、深刻な被害家屋の位置と対応する
- ✓ 締固め+密度試験より、**Dc= 73%**
- ✓ **住宅地の地盤評価の重要性を示唆する**
- ✓ ボーリング調査(熊本県)が実施されている
- ✓ 表面波探査を実施予定(今月中)

阿蘇カルデラ内の帯状の地盤沈下

- ✓ 断層延長線上の田畑に最大1.5m程度の地盤沈下が連続して発生(北東－南西方向)
- ✓ 地盤沈下の幅は数十メートル程度



2016/04/23

阿蘇カルデラ内の帯状の地盤沈下



阿蘇カルデラ内の帯状の地盤沈下

考えられる要因

- ✓ 断層運動？
- ✓ 旧河道？

ドローン撮影(7月2日)

火山灰質
シルト
N値0~2
32m連続

✓ 表面波探査・SWSを
実施予定(今月中)

全国地質調査業協会連合会



地盤災害調査のまとめと今後



- 低地では液状化やそれに伴う流動が多く確認された
✓多くの発生箇所と旧地形には密接な関係
- 平地・丘陵地の地盤被害(住宅地・道路)は盛土箇所に集中
✓低い締固め度、宅地の品質管理の重要性
- 阿蘇カルデラ内の斜面崩壊は緩斜面でも多く発生
✓火山性堆積物(火山灰・クロボク・軽石)

J-Rapid (JST) NZ・カンタベリー大学との共同調査

- カルデラ内の帯状の地盤沈下
✓表面波探査・貫入試験等による調査(9月)
- 宅地造成地の崩壊、締固め特性
✓表面波探査・強度試験(三軸)
- 火山性堆積物の特性と流動的崩壊の関係
✓大変形土質試験



(左)大ひずみ中空ねじり試験・
(右)多重リングせん断試験