

最近の地すべり・土石流災害調査報告会

以下の日程で表記報告会を開催いたします。奮ってご参加ください。

記

1. 日時 平成22年12月3日(金) 14時00分～16時40分
2. 場所 埼玉会館(最寄りの駅・京浜東北線浦和駅)7A会議室
埼玉会館へのアクセスはwww.saf.or.jp/saitama/guide/access.html
3. 報告内容
 - 14:00～14:20 最近の学会活動報告
 - 14:20～14:50 パキスタン大規模地すべりダム災害調査報告
新潟大学 丸井英明
 - 14:50～16:10 中国土石流・地すべり災害調査団報告
—甘肅省舟曲県土石流災害報告を中心に—
日本地すべり学会調査団(群馬大:鶴飼・蔡、
国土防災技術:山田、砂防・地すべり技術センター:菊井、
国際航業:岩波、川崎地質:管野)
 - 16:10～16:40 広島県庄原市土石流災害報告
京都大学 福岡浩、他
 - 16:40 閉会
4. 参加要綱
 - 定員:80名、 参加費:無料、 申し込み:会場にて
 - CPD単位:2.5
5. 問い合わせ:日本地すべり学会事務局(電話:0334321878、hdo-jls@fancy.ocn.ne.jp)

以上

(社)日本地すべり学会
「最近の地すべり・土石流災害調査報告会」
2010.12.03

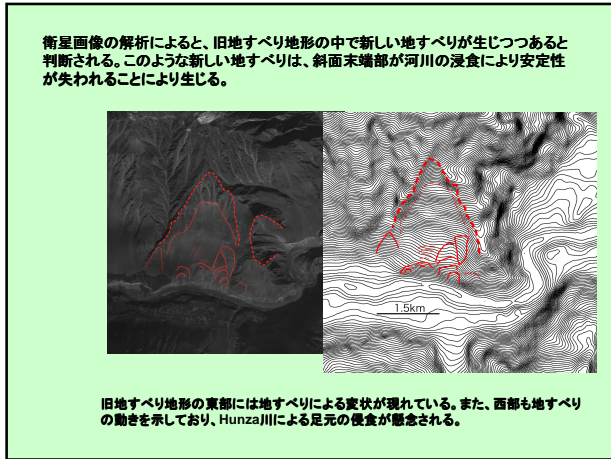
パキスタン大規模地すべりダム調査報告

新潟大学 丸井英明
山形大学 八木浩司

地すべりダム堤体の安定性

- * 水圧による決壊あるいはバウンス(逆噴水)による決壊の可能性は低いと判断される
- * 河道閉塞長が貯水池水深の10倍程度
- * 越流(侵食)による決壊の可能性は高いと判断される
- * 地すべりダム本体の基岩地盤は滑りやすい巨礫で構成されている





2008年8月中国甘肃省舟曲県で発生した土石流災害調査報告

国際航業株式会社 岩波英行

2008年8月8日未明、甘肃省甘南チベット族自治州舟曲県において、豪雨に伴う大規模な土石流により、死傷者・行方不明者1765名を出すなど、甚大な被害が発生した(図-1参照)。日本地すべり学会では、共同研究協定を結んでいる甘肃省地すべり・土石流研究会からの依頼を受けて、2008年10月15日から22日まで土石流災害現場の現地調査を行い、原因や対策について助言を行うため、調査団を形成し、現地へ派遣した。

1 舟曲県土石流発生流域の概要

本災害現場は本調査団の調査対象であり、短時間ではあるが現地調査を実施するとともに、既存の衛星画像を用いた災害前後の状況把握を行った。以下にその概要を述べる。

三眼峪沟は、長江上流の甘肃省甘南チベット族自治州舟曲県城の北部に位置し、白龙江左岸の一級支流であり、低濃度土石流が多発する谷である。流域面積は25.75km²、流域最大標高は3828、最低標高は1340m、標高差は2488m、本溪の長さは9.7km、溪床勾配は24.1%に達する。三眼峪沟の合流点の上流には、大峪沟と小峪沟と呼ばれる2つの支溪がある。三眼峪沟では、1823年以降12回の相当大きな土石流が発生し、舟曲市街地に大きな被害を与えた。

罗家峪沟の流域面積は16.60km²、流域最大標高は3794m、最低標高は1330m、標高差は2464m、本溪の長さは9.7km、本溪の溪床勾配は23.9%に達する。2つの流域図を写真-1に示す。2つの流域の上流の支溪は樹枝状で発達している。

2 三眼峪沟の土石流と被災状況

上流山腹斜面には、多数の発生前に見られない多数の筋上の侵食痕が見られる。また、中流の河道は、土石流の流下に伴い侵食により川幅を広げているように見られる。上・中流域の河道には、大規模な崩壊や崩壊に伴う天然ダムの形成痕が見られない。合流点より下流の氾濫域には、土石流の流下流路が3筋観察され、複数回の土石流が流下したものと考えられる。氾濫開始点と思われる地点は扇状地地形を呈しており、流出した複数の土石流は氾濫開始点で首振りをして幅200~300mで氾濫・流下し、約2000m下流の白龙江に至っている。

2支川合流点の直上流にそれぞれ1基の砂防えん堤、合流点下流に2基の砂防えん堤が施工されていたが、土石流流下に伴い本堤及び袖部が破壊され、現在、それぞれの堰堤の袖の一部が残存している(写真-4左)。破壊された堤体袖部から堤体の構造を観察すると(写真-4右)、堤体表面は練石積構造となっており、堤体内部は礫が詰められているが中詰コンクリートが無く、空積となっている。

写真-5では、土石流氾濫開始点直上流から下流域を望んでいるが、



図-1 舟曲県位置図

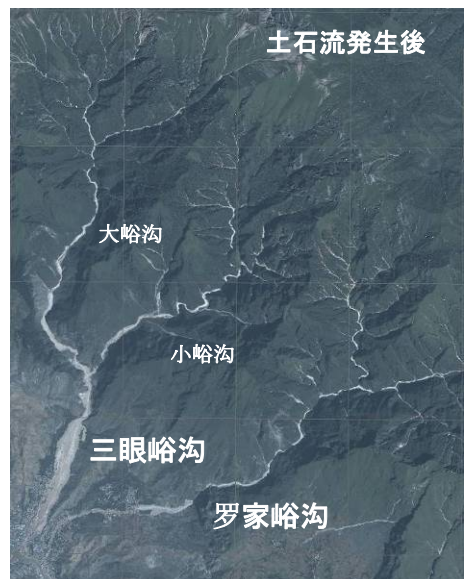


写真-1 衛星画像



写真-2 舟曲県土石流災害全景



写真-3 三眼峪沟谷出口

左岸側の岩壁が右岸側に張り出しており、土石流はこの地点で流心を右岸側に変えた。左岸側岩壁には、土石流の競り上がりと考えられる流下痕が見られる。三眼峪沟において、支川の合流点から氾濫開始点の区間の概ね直線的な河道区間において、現場で計測・観察した河床勾配及び土石流の水深から Manning 型の式より土石流の流速を推算した。河床勾配は 8° 、土石流の水深を $2.5\text{m}\sim 3.0\text{m}$ とすると、土石流流速は $6.9\sim 7.8(\text{m/s})$ となり、川幅 75m として流量を算出すると $1290\sim 1750(\text{m}^3/\text{s})$ となった。

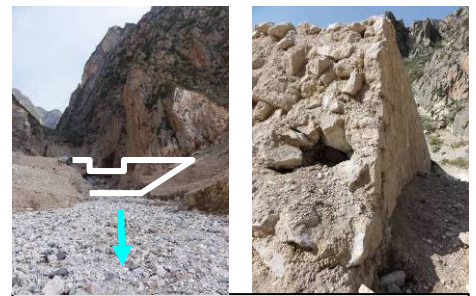


写真-4 三眼峪沟 砂防堰堤破損



写真-5 三眼峪沟 氾濫開始点

写真-6 では、左岸側のビル 1 階部分を埋没し、2 階の半分ほどまで土砂の堆積が及んでいる。右岸側のビルでは、1 階を土砂が埋め、2 階の壁、柱が破壊されている。泥の跳ね上がりは、4 階にまで至っている。

市街地を流下した土石流は、三眼峪沟においては幅 $100\sim 300\text{m}$ で流下し、流下域の家屋、田畑などに甚大な被害を与えた。舟曲県城は都市化、人口の集中が進んでおり、三眼峪沟での被災地は新興の住宅地域であったとの指摘があった。

3 罗家峪沟の土石流と被災状況

上流山腹斜面には、三眼峪沟と同様に多数の発生前に見られない多数の筋上の侵食痕が見られる。また、中流の河道は、土石流の流下に伴い侵食により川幅を広げているようにみられる。上・中流域の河道には、大規模な崩壊や崩壊に伴う天然ダムの形成痕がみられない。土石流の氾濫は、三眼峪沟のような幅広くはないが、緩やかな谷底地形に沿って幅 $50\sim 150\text{m}$ で氾濫・流下し、約 2500m 下流の白龙江に至っている。

土石流流下区間では、直径 $3\sim 5\text{m}$ の巨礫が数多く分布する。写真-7 は、土石流氾濫開始点を下流から撮影したもので、氾濫開始点直上流の約 100m の区間は幅 $6\sim 15\text{m}$ 程度、河床勾配 8.8° の回廊(ゴルジュ)となっており、流下痕は最大高さ 12m に達している。中国側の説明によると、このゴルジュにより上流域で堰上げが発生し土石流流量のピークがカットされ、このことが三眼峪沟に比べ土石流被害規模が大きくならなかった理由のひとつとなった。

氾濫・流下した土石流は、幅 $50\sim 100\text{m}$ で流下れており、氾濫域内の人家、田畑に甚大な被害を与えた。



写真-6 三眼峪沟 ビルの破損

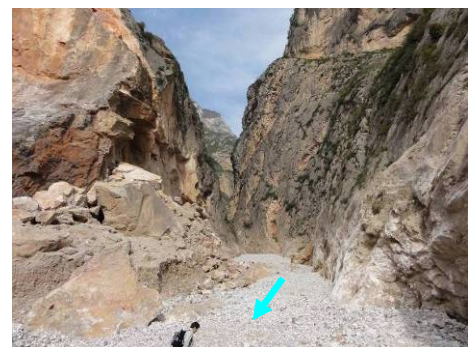


写真-7 罗家峪沟 谷出口付近



写真-8 罗家峪沟 家屋被災状況

2010.8.13 に四川省で発生した特大土石流の特徴

国土防災技術（株） 山田正雄
成都理工大学 許 強

1. はじめに

2010年8月12日～15日、四川省を襲った豪雨により、汶川地震の災害地区である绵竹市清平乡、汶川县映秀镇、都江堰市龙池镇で特大の土石流災害が発生した（関係部局ではこの災害を「四川省“8.13”特大土石流災害」と命名）。8.13特大土石流災害において、事前避難が功を奏し、奇跡的に犠牲者が出なかった。成都理工大学の許教授が作成したレポートをもとに四川省“8.13”特大土石流災害の特徴について述べる。

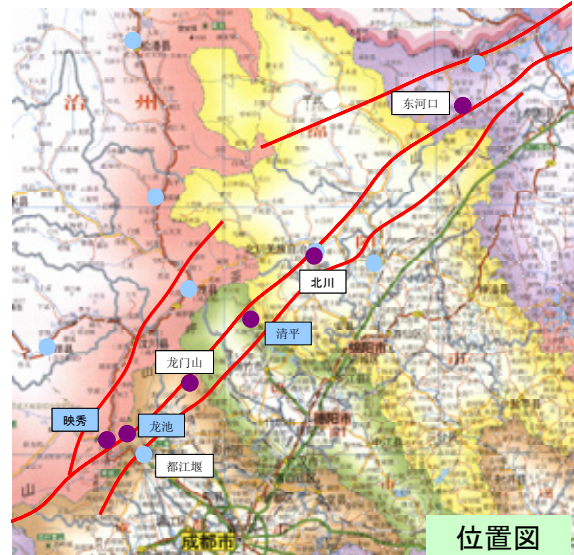


図-1 四川省 8.13 特大土石流災害箇所位置図

2. 8.13 特大土石流災害の概要

2.1 清平乡

8月12日18時から13日4時にかけて清平乡において総降雨量227mmの豪雨を記録した。この豪雨により清平乡を流れる绵远河に注ぐ11溪流で同時に土石流が発生した。そのうち、文家沟(Wenjiagou)と走马岭沟(Zoumalinggou)の2溪流が土石流災害が最も激しかった。文家沟と走马岭沟の堆積土砂量がそれぞれ450万m³、84万m³で、この2溪流で総堆積土砂量約600万m³の90%を占めている。

文家沟は、“5.12”汶川地震において二番目に大きい岩屑なだれが発生したところであり、文家沟地すべり発生時の溪谷内堆積土砂量は約5000万m³余（移動可能土砂量は3000万m³）に達する。この溪谷内堆積土砂量が土石流発生のための豊富な土砂の供給源となっている。また、文家沟の分水嶺の縦断勾配が21°で、土砂堆積区の縦断勾配が18°と、河床勾配が大きいため、土石流が高速で流下したものと考えられる。また文家沟の流域面積は7.8km²、斜面中央に位置

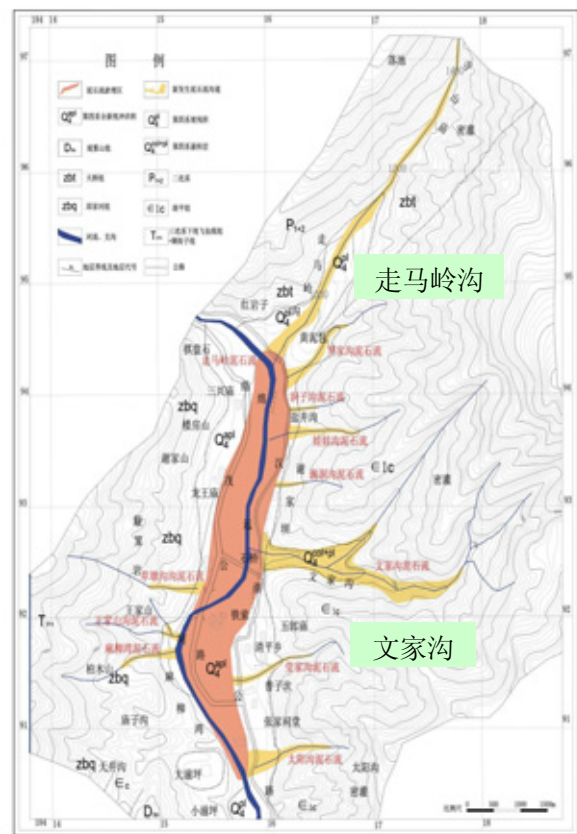


図-2 清平乡 8.13 特大土石流災害

する 1300 平台より上流の地形は盆状で氾濫面積は約 4km²である。上流での集中氾濫が土石流発生をもたらし、右岸側ガリでは深さ 40~60m, 幅 50~100m に削り取られ深い谷が形成された。

走马岭沟は主溪流と 7 支流からなる。そのうち主溪流と 3 支流は過去に発生した土石流溪流, 4 支流は今回新たに発生した土石流溪流である。走马岭沟では、支流の源頭部で崩壊が発生し、主溪流に流入し、主溪流の堆積土砂が移動したことにより大規模土石流となった。

2. 2 映秀镇

映秀镇红椿沟の流域面積は 5.35km², 流路長は 3.62km, 溪床勾配は源頭部で、15~35° 溪流出口で 10~15° となっている。红椿沟は映秀-北川断層が通っている溪谷であり、“5.12”地震後の流域内の総堆積土砂量は 380 万 m³である。流出土砂量が 70 万 m³, 岷江の堰止め土砂量が 40 万 m³, 溪流出口の堆積土砂量が 30 万 m³である。土石流により岷江が堰止められ、洪水により岷江との合流点の流路が変化し、地震後建設された映秀新街区が水没した。



写真-1 映秀 8.14 特大土石流災害航空写真
(四川省地質環境観測センター提供)



写真-2 映秀镇上流岷江河谷 8.13 群発性土石流の航空写真

2. 3 龙池镇

“8.13, 8.18”の2回の土石流による龙溪河の溪谷兩岸の流出土砂量は約 778 万 m³, 龙溪河の河床埋没深は 5~8m である。河床と兩岸の建築物の一部が土砂で埋没した。8.13 特大土石流によって龙池镇的の山地災害箇所が 63 箇所も増加した (土石流箇所は 13 箇所から 37 箇所に増加)。また、八一沟で“8.13, 8.14”の2回の土石流による流出土砂量は約 200 万 m³であった。



写真-3 龙池鎮の土石流災害

3. 8.13 特大土石流災害の特徴

8.13 特大土石流災害の特徴は以下のとおりである。

(1) 群発性

地震による山体亀裂で地盤がゆるみ、渓谷ではいつ土石流が発生してもよい状態にある。震災区では土石流供給源が豊富に存在、もし 35~40mm/h の降雨があった場合、大渓谷・小渓谷に無関係に、また過去の土石流発生の有無にかかわらず、渓谷では土石流が頻発する状況にある。

(2) 突発性

豪雨により短時間で土石流が発生する。土石流発生の際雨量が大幅に低下する。

(3) 破壊性

短時間で流量が増加し、土石流が発生する。衝撃力が強く、破壊性がある。また河床を埋め高河床となる。渓谷内には崩壊堆積物による堰止めや土石流による再発生と間欠性に特徴があり、しだいに破壊性が増加する。

(4) 長期性

地震後 3~5 年以内に土石流が頻発する。さらに 10~15 年以上の長期でようやく地震前の状態に戻る。

(5) 災害の連鎖

豪雨→土石流→洪水災害の連鎖を引き起こす。土石流は土砂の運搬堆積を伴い砂防施設や建物の破壊、河床上昇と堰き止めダムの形成による水没・埋設災害をもたらす。

4. 8.13 特大土石流の成因のまとめ

四川省 8.13 特大土石流の成因をまとめると以下ようになる。

(1) 5.12 汶川地震により広範囲の山体亀裂で地盤がゆるみ、渓谷や斜面で膨大な数の崩壊や地すべりが発生し、土石流発生の際非常に豊富な供給源となっている。これが特大土石流の根本原因と考えられる。

(2) 局地的短時間豪雨が特大土石流災害の直接的な誘因である。

(3) 被災地には、龍門山山地がある。この高山峡谷地形が土石流を発生させ高速運動となる基本的な地形条件である。

(4) 複雑で岩体が破碎されやすい龍門山構造帯が土石流発生の際基本的地質構造条件で、土石流の供給源となっている。

平成 20 年 7 月 16 日広島県庄原市土砂災害調査

平成 20 年 7 月 16 日夕刻に広島県・庄原市において 3 時間に 173 ミリが降る集中豪雨が発生し、南北約 4 km、東西約 3 km の狭い範囲の山地で 200 カ所を越える、極めて多数の崩壊が発生、多くは土石流化し、篠堂川の支流の谷の出口の家屋で 1 名が犠牲になった。強い雨域が相当程度狭い範囲で現れたことから自治体による避難勧告の連絡が間に合わなかったこと等、メディアで大きく報じられた。また、従来と比べ、極めて狭い範囲に高い密度で崩壊が分布していること、同地域の地質が前年(2009 年)7 月の防府市土砂災害の花崗岩とは異なり流紋岩地域で、極端気象現象による特異な土砂災害として発生メカニズム等を調べる必要があると考えられた。そこで関連学会を通じて早期に突発災害調査を組織することにしたが、被災地が復旧途上であり被災地へのアクセス道路が狭く、調査人数を制限して欲しいという広島県の要請で(社)日本地すべり学会、(社)土木学会、(社)地盤工学会、(社)砂防学会が合同で比較的少人数による調査団を 2 回組織した。(社)日本地すべり学会からは京都大学防災研究所斜面災害研究センターの福岡准教授が(社)日本地すべり学会団長として 8 月 19, 20 日の両日現地踏査を実施した。調査日は発生から一ヶ月経っており、その間雨は少なかったことから溪流の土砂もある程度乾燥し歩きやすい状態となっていたため、最も多く土石流が発生溪流のうち 3 溪流を選び踏査した。以下に一部を報告する。

図 1 左は庄原市の位置図、図 1 右は庄原市の中の崩壊多発地区の概ねの位置である。写真 1 左は、アジア航測株式会社が撮影した崩壊多発地区の空中写真をつなぎ合わせたもののうち、特に崩壊が集中した中央部の様子である。写真 1 右は地上から見た崩壊多発斜面の様子である。尾根近くからも崩壊が発生し、その多くは土石流化して高速で長距離下流まで流出した。写真 2 は被災地の中でも大きな集落である先大戸地区の被害状況で、左が村の中に堆積した流木と土砂、右は破壊された家屋の例である。この集落では早期に自主避難をしたため死傷者はいなかった。一方、篠堂川では 1 名土石流によって死亡したが、犠牲者は写真 3 に示す谷の出口正面にあった家屋に住んでいた。通常の流量は少なく、小さな暗渠があったが土石流には有効ではなかった。この家屋の上流には 4 つの支流があり、谷頭と溪岸に多数の崩壊跡が見ついている。写真 4 は尾根のすぐ下の崩壊源頭部のひとつである。同じ尾根沿いの両側に多くの崩壊が発生していた。深さ 1 m 程度の崩壊が引き金となって溪床堆積物を巻き込みながら土石流化したと考えられる。下流の溪床は洗掘され基岩が露出していた。地質図では流紋岩地域と表記され、表土はほとんどが風化流紋岩の土であるが、堆積物と崩壊源頭部を観察すると、一部に安山岩や黒ボクも見られ、さらにごく一部の斜面ではあるが礫岩も見られた。

写真 5 は先大戸集落に近い大戸川支溪の約 1.2km 上流の状況で、溪岸には崩壊がみられ、溪床には起源の土砂が堆積している様子が見られた。最上流の谷頭は、写真 6 のパノラマ写真に見られるようにほぼ視野全体にわたって崩壊が発生しており、極端な強度を持つ豪雨であったことがわかる。また、一部の崩壊土砂が通過した斜面では草や灌木が抉られず倒れただけ、あるいは既に立ち直った状態にあるのが見られ、斜面表土層が完全に液状化し、泥流状態で流下したのもあったと思われる。

写真 4 の崩壊源頭部の土砂を採取し、斜面災害研究センターのリングせん断試験機による土砂の応力・水圧制御試験による流動化再現実験を実施した。結果を図 2 に示す。破壊後、せん断強度が半分近くに落ち、加速的な変位が現れたが、加速は防府災害の土砂で見られたほど急激ではなかった。

(文責：福岡 浩)



図1 左：庄原市土砂災害の位置図、右：崩壊・土石流多発地区の概略範囲。

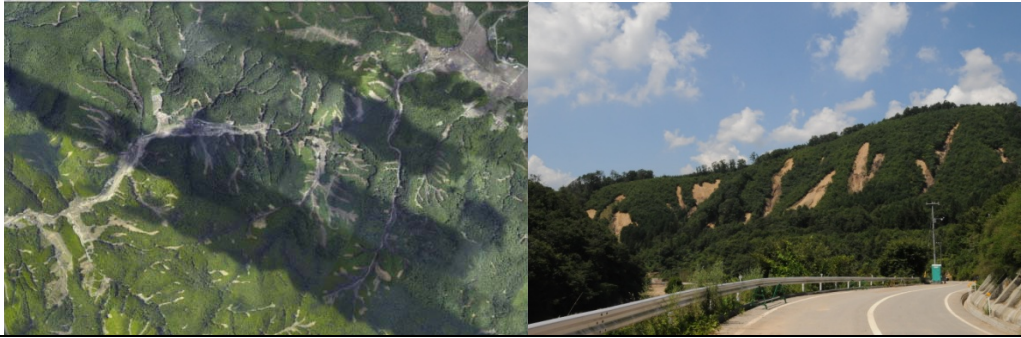


写真1 左：庄原市の崩壊多発地域の一部の空中写真（アジア航測株）。右：急斜面の尾根近くで多発した崩壊、多くは土石流化した。



写真2 崩壊多発地区中心に近い先大戸地区の集落に堆積した流木と土砂、および破壊された家屋。



写真3 谷の出口正面にあった被災した家屋。写真右手前にあった家屋が土石流により破壊され住民1名が死亡した。左手の家屋は一部のみ損壊。



写真4 写真3の上流にある土石流発生源頭部のひとつ。



写真5 大戸川支溪上流の様子。大量の土砂が流出し堆積している。



写真6 大戸川支溪上流の最上流部のパノラマ写真。左端が下流、写真中央が谷頭。ほぼ全面が崩壊している。

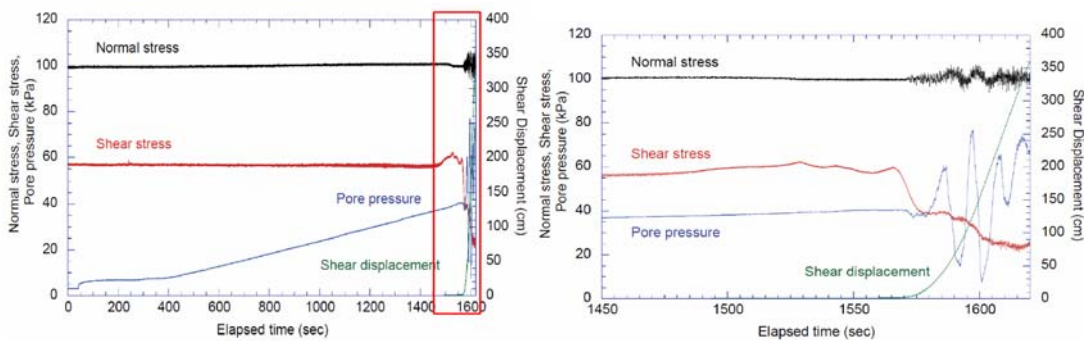


図2 リングせん断試験機による応力・水圧制御試験の結果。左：試験全体、右：破壊時データの拡大。