

平成19年（2007年）新潟県中越沖地震による農業用水路被害と災害調査

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 公開日: 2025-06-13 キーワード: 作成者: 森, 丈久, 森, 充広, 渡嘉敷, 勝, 中矢, 哲郎, 増川, 晋, 田頭, 秀和 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/0002001324

平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震による 農業用水路被害と災害調査

森 丈久*・森 充広*・渡嘉敷勝*・中矢哲郎*・
増川 晋**・田頭秀和**

目 次

緒 言.....	89	結 言.....	100
農業用水路の被害状況調査.....	89	参考文献.....	100
調査箇所への個別被害状況.....	89	Summary.....	101
今後の対策について.....	99		

緒 言

2007 年 7 月 16 日に発生した新潟県中越沖地震は、新潟県上中越沖の深さ約 17km を震源とする地震規模マグニチュード 6.8 の地震である。この地震による被害は新潟県内に集中しており、新潟県農地部発表の資料によると農業用施設の被災箇所は 506 箇所、このうち農業用水路は 277 箇所にとんでいる（新潟県農地部，2007）。

農業用水路の被害調査については、比較的規模の大きな開水路を対象として、柏崎市内 17 箇所、上越市 1 箇所、刈羽村 1 箇所の計 19 箇所で行った。本報告では、農業用水路の被害状況および今後の対策について述べる。

なお、現地調査に当たり、新潟県農地部、新潟県柏崎地方振興局農業振興部、柏崎市および刈羽村の関係各位より、資料の提供および現地案内を賜りました。ここに感謝の意を表します。

農業用水路の被害状況調査

1 調査時期と調査箇所

地震発生直後の 2007 年 7 月 23 日～25 日および 2007 年 10 月 4 日～5 日の 2 回にわたり、被害が集中した新潟県柏崎地域振興局管内を中心に現地調査を実施した。調査箇所の位置の概略図を Fig.1 に示す。また、調査箇所の水路構造、損傷の程度等を Table 1 に示す。

* 施設資源部水利施設機能研究室

** 施設資源部構造研究室

平成 19 年 12 月 28 日受理

キーワード：地震，農業用水路，災害調査，平成 19 年（2007）年新潟県中越沖地震

調査箇所の個別被害状況

1 上越市柿崎区馬正面地内 布製型枠水路（赤川排水路）

水路左岸側地山が長さ約 60m に渡って崩落し、水路を塞ぎ止めるとともに、崩壊部には大きな段差が生じている。また、崩壊部端部に所在するビニールハウスおよび作業小屋兼倉庫は基礎の一部が剥き出しになり、構造物に折れや破損が生じている（Fig.2）。応急処置として、1,500mm のコルゲート管を 2 本（1 本 5m 長）連結させて排水路内に設置、周囲を砕石で埋め戻して不十分な

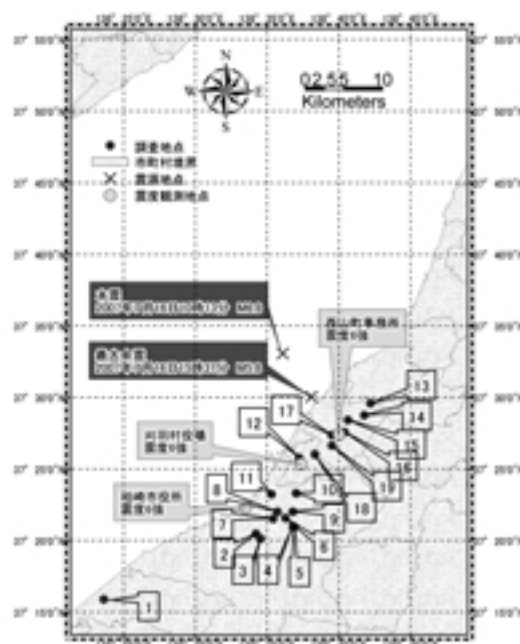


Fig.1 水路の被害調査箇所
Locations of canal damage investigations

Table 1 調査箇所の状況
Conditions at investigation locations

住所	調査地点 No.	調査日	被災水路構造物	損傷状況
上越市柏崎区	1	2007/23	布製型枠水路	地山の崩壊による水路の塞き止め
柏崎市藤橋	2	2007/10/4	現場打ち三面張	目地損傷
柏崎市藤橋	3		現場打ち三面張	目地損傷
柏崎市安田	4		積ブロック, L型, もたれ擁壁	ブロック崩落, 底板隆起, 中越地震(2004.10.23)被災改修部の目地損傷
柏崎市安田	5		排水フリーム (HF1000 × 600)	目地のずれ, 開き
柏崎市下田尻	6		現場打ち三面張	目地部損傷, 分水柵の破損
柏崎市茨目	7		現場打ち三面張	目地部損傷
柏崎市下田尻	8		現場打ち三面張	目地部損傷
柏崎市中田	9		張ブロック, 現場打ち三面張	ブロックの崩落, 現場打ち水路の目地部損傷
柏崎市下大新田	10		張ブロック	ブロックの崩落, 底板損傷
柏崎市下原	11		現場打ち三面張	目地部および底板損傷
刈羽村刈羽	12	2007/10/5	柵渠	柵渠の倒壊
柏崎市甲戸	13		現場打ち三面張 (450 × 380)	河川脇水路のひび割れ, 積ブロックの目地開き
柏崎市荒谷	14		ベンチフリーム (BF500)	フリームの変位, 目地開き, 分水柵の破傷
柏崎市伊毛	15		排水フリーム (HF1000 × 800), 現場打ち三面張	フリームのずれ, 傾きによる目地開き, 現場打ち水路のひび割れ, 分水柵の破損
柏崎市池浦	16		柵渠, ベンチフリーム (BF450, BF500)	柵渠の倒壊, フリーム地盤の崩落
柏崎市鬼王	17		ベンチフリーム (BF 暗渠 900)	フリーム側壁の傾き
柏崎市五日市	18		柵渠	柵板の崩落, 暗渠部のひび割れ, 分水柵の破損
柏崎市坂田	19		排水フリーム (HF600 × 400, HF500 × 400)	フリームの隆起・沈下, 目地損傷



Fig.2 地山が崩壊して水路を塞ぎ止めている状態
Drainage canal dammed by slope collapse



Fig.3 コルゲート管による応急措置状況
Use of corrugated pipe for urgent canal repair

がらも通水を確保している(Fig.3)。現地調査当時(2007年7月23日),ボーリング調査(15m長)は実施済み(G.L. 0 ~ 3.5m: 砂(N値=1), G.L.3.5 ~ 10.2m: 粘土(N値=2))であり, また, 移動杭観測を実施中であった。

2 柏崎市藤橋地内 現場打ちコンクリート三面張水路

水路側壁天端の止水板の延長線上に水路上下流方向のひび割れ (Fig.4), 側壁コンクリートの剥離 (Fig.5), 目地部のコンクリートや止水板の剥落 (Fig.6)が生じている。



Fig.4 止水板延長上に延びるひび割れ
Crack in a concrete water stop



Fig.5 側壁目地付近コンクリートの剥離
Stripping of concrete at a sidewall joint in a canal



Fig.6 目地部におけるコンクリートおよび止水板の剥落
Stripping of concrete and dislodging of a water stop at a canal joint

3 柏崎市藤橋地内 現場打ちコンクリート三面張水路

躯体の不同沈下により目地部において大きなずれや破損が生じている (Fig.7)。



Fig.7 目地部における躯体のずれ・破損
Tilting and damage to a building frame at a canal joint

4 柏崎市安田地内 藤井頭首工, 導水路(積ブロック水路, L型水路, もたれ擁壁水路)

頭首工本体には被害は認められないが, 頭首工上流の左岸堤防天端に堤軸に沿った多数の亀裂(最大幅約 25cm)や段差(最大で約 20cm)が生じているおり(Fig.8),

堤防法尻部には堤軸直角方向の亀裂が数本認められた。

頭首工からの導水路については, もたれ擁壁水路区間, L型水路区間, 積ブロック水路区間から構成されている。もたれ擁壁水路区間については, ひび割れ (Fig.9), 側壁目地のずれ・開き (Fig.10), 底板の沈下による段差 (Fig.11) が生じている。



Fig.8 頭首工上流堤防天端に生じた亀裂
Cracking on an embankment at head works



Fig.9 もたれ擁壁水路におけるひび割れ
Crack in concrete canal retaining wall



Fig.10 もたれ擁壁水路側壁における目地のずれ・開き
Tilting and expansion of a joint in a canal retaining wall



Fig.11 もたれ擁壁水路における底版の段差
Raised hump in floor of concrete canal retaining wall



Fig.14 積ブロック水路における底版の曲げ破壊
Bending, cracking, and tilting of floor of concrete blocks lining a canal



Fig.12 L型水路におけるコンクリートの剥落
Stripping of concrete in L-type canal



Fig.13 積ブロック水路におけるブロックの崩落
Breakage and collapse of concrete blocks lining a canal

L型水路区間は、平成16年(2004年)新潟県中越地震の際に被災した積ブロック水路区間の復旧工事で施工されたものであるが、今回の地震により目地部付近のコンクリートが剥落している (Fig.12)。

積ブロック区間では、ブロックの崩落 (Fig.13)、底版の曲げ破壊 (Fig.14) が生じている。

5 柏崎市安田地内 排水フリユーム (コンクリート二次製品)

躯体そのものの損傷は見られないが、目地部において開き (Fig.15) や、ずれが生じている (Fig.16)。



Fig.15 排水フリユームにおける目地の開き
Expansion at a joint in a drainage flume



Fig.16 排水フリユームにおける目地のずれ
Offsetting of the joint of a drainage flume

また、排水フリユームへの流入管の突出 (Fig.17) や分水柵におけるベンチフリユームの突出 (Fig.18) が生じている。



Fig.17 排水フリームにおける流入管の突出
Protrusion of the inflow tube at a drainage flume



Fig.20 水路側壁目地部外側におけるのコンクリートの剥落・鉄筋露出
Stripping of concrete and exposure of reinforcing on the outer side of a canal joint



Fig.18 分水柵におけるベンチフリームの突出
Protrusion of a bench flume at a diversion device



Fig.21 水路躯体の突出による分水柵の破損
Damage to a diversion device by movement of the building frame

6 柏崎市下田尻地内 現場打ちコンクリート三面張水路

目地部の水路内側におけるコンクリートの剥落 (Fig.19), 目地部の水路外側におけるコンクリートの剥落・鉄筋露出 (Fig.20) が生じている。

また、水路躯体の突出により分水柵の側壁が破損している (Fig.21)。

7 柏崎市茨目地内 現場打ちコンクリート三面張水路

目地部の水路内側におけるコンクリートの剥落 (Fig.22) や目地付近角落とし部の倒壊 (Fig.23) が生じている。



Fig.19 水路側壁目地部内側におけるのコンクリートの剥落
Stripping of concrete on the inside of a canal joint



Fig.22 目地部におけるコンクリートの剥落
Stripping of concrete at a canal joint



Fig.23 目地付近角落としての倒壊
Collapse of sliding timber at a canal joint

8 柏崎市下田尻地内 現場打ちコンクリート三面張水路
目地部コンクリートや止水板の剥落が連続して見られる (Fig.24)



Fig.24 目地部コンクリートや止水板が連続して剥落している状況
Repeated breakage of concrete and collapse of water stops at successive canal joints

また、目地部のコンクリートが剥落し、鉄筋が変形・露出している (Fig.25)



Fig.25 目地部コンクリートが剥落し鉄筋が変形・露出している状況
Concrete breakage and collapse exposing reinforcing at a canal joint

9 柏崎市中田地内 張ブロック水路, 現場打ちコンクリート三面張水路
張ブロック水路区間において, ブロックの捲れあがり (Fig.26) や崩落 (Fig.27) が生じている。



Fig.26 張ブロック水路におけるブロックの捲れあがり
Damage to concrete blocks in the wall lining a canal



Fig.27 張ブロック水路におけるブロックの崩落
Broken fragments from a concrete block wall lining falling into a canal

現場打ちコンクリート三面張水路区間において, 目地部コンクリートや止水板が崩落している (Fig.28)



Fig.28 目地部コンクリートや止水板の剥落
Stripping of concrete and collapse of a water stop at a canal joint

10 柏崎市下大新田地内 張ブロック水路
張ブロックの崩落 (Fig.29) や底版の亀裂が生じている (Fig.30)。



Fig.29 張ブロック水路におけるブロックの崩落
Breakage and collapse of concrete blocks lining a canal



Fig.30 張ブロック水路における底版の亀裂
Crack in canal floor and damage to concrete blocks lining the canal

11 柏崎市下原地内 現場打ちコンクリート三面張水路
側壁天端に止水板から延びるひび割れが生じている (Fig.31)。



Fig.31 側壁天端止水板から延びるひび割れ
Crack in a water stop at the crest of a canal

また、側壁から底版にかけての目地部コンクリートが大きく破損している (Fig.32)。



Fig.32 側壁～底版の目地部コンクリートの破損
Damage to concrete in sidewall joints and floor of a canal

12 刈羽村刈羽地内 コンクリート柵渠
柵板の崩落 (Fig.33) や柵留め杭の破損 (Fig.34) が生じている。



Fig.33 コンクリート柵渠における柵板の崩落
Breakage and collapse of fence boards of a drainage canal



Fig.34 コンクリート柵渠における柵留め杭の破損
Damage to guard pile of a concrete drainage canal

13 柏崎市甲戸地内 現場打ちコンクリート三面張水路
水路側壁にひび割れやずれが生じている (Fig.35)



Fig.35 水路側壁に生じたひび割れとずれ
Warping and cracking of a canal wall

流入水槽にひび割れが生じている (Fig.36)



Fig.36 流入水槽に生じたひび割れ
Cracking of an inflow tank

水路脇護岸の積ブロックに目地の開きが生じている (Fig.37)



Fig.37 積ブロックの目地の開き
Expansion of joints between concrete blocks

14 柏崎市西山町荒谷地内 ベンチフリューム (BF500)
水路脇法面の押し出しによる水路の変形 (Fig.38) や
目地のずれ (Fig.39) が生じている。



Fig.38 水路脇法面の押し出しによる水路の変形
Deformation of a canal by sideways pressure from upslope soil



Fig.39 目地のずれ
Separation of a canal joint

また、水路に合流するボックス型水路の突出により分水柵が破損している (Fig.40)



Fig.40 ボックス型水路の突出による分水柵の破損
Damage to diversion device by projection of box-type canal into the device

15 柏崎市西山町伊毛地内 排水フリーム（二次製品，1000 × 800），現場打ちコンクリート三面張水路

水路脇法面の押し出しにより排水フリーム側壁の変位（Fig.41）や目地の開きが生じている（Fig.42）



Fig.41 水路脇法面の押し出しによる排水フリーム側壁の変位

Deformation of the side wall of a drainage flume by sideways pressure of soils from the upslope direction



Fig.42 排水フリームにおける目地の開き
Expansion of a joint in a drainage flume

現場打ちコンクリート三面張水路側壁において水抜孔部分にひび割れが生じている（Fig.43）



Fig.43 現場打ちコンクリート三面張水路における水抜孔付近のひび割れ

Cracking at a weep hole in a cast-in-place concrete canal

また，水路脇法面の押し出しにより分水柵が大きく破損している（Fig.44）



Fig.44 水路脇法面の押し出しによる分水柵の破損
Damage to a diversion device by sideways pressure from the upslope direction

16 柏崎市西山町池浦地内 コンクリート柵渠，ベンチフリーム（BF500）

水路背面土の崩壊によりコンクリート柵渠が倒壊し，水路が閉塞している（Fig.45）



Fig.45 背面土の崩壊により倒壊したコンクリート柵渠
Tilting of a drainage canal

水路敷の地盤が崩落しベンチフリームが宙ぶり状態になっている（Fig.46）



Fig.46 水路敷の崩落により宙ぶり状態のベンチフリーム

A suspended bench flume after subsidence under a canal

17 柏崎市西山町鬼王地内 ベンチフリューム (BF900)

ベンチフリュームの側壁が変形している (Fig.47, Fig.48)



Fig.47 変形したベンチフリュームの側壁
Deformation of a sidewall bench flume



Fig.48 変形したベンチフリュームの側壁
Deformation of a sidewall bench flume

水路脇の土留壁にひび割れや変形が生じている (Fig.49)



Fig.49 水路脇土留壁のひび割れや変形
Cracking and deformation of earth retaining walls beside a canal

18 柏崎市西山町五日市地内 コンクリート柵渠

コンクリート柵渠の柵板が崩落している (Fig.50)

水路暗渠部の側壁にひび割れが生じている (Fig.51)



Fig.50 コンクリート柵渠柵板の崩落

Breakage and collapse of fence boards in a concrete drainage canal



Fig.51 水路暗渠部側壁のひび割れ
Cracking in the sidewalls of a culvert

分水枡が大きく破損している (Fig.52)



Fig.52 破損した分水枡
Damage to a diversion device

19 柏崎市坂田地内 排水フリーム(二次製品, 600 × 400)
排水フリーム躯体の浮き上がりによるずれ・段差が生じている (Fig.53)



Fig.53 躯体の浮き上がりによるずれ・段差
Uplift of a canal building frame

目地部のコンクリートの表面が薄く剥落している (Fig.54)



Fig.54 目地部コンクリートの剥落
Stripping of concrete at a canal joint

今後の対策について

1 応急対策

上越市柿崎区馬正面地内の布製型枠水路(赤川排水路)については、地震直後の 2007 年 7 月 23 日～25 日に、ため池等の緊急調査の中で調査を行った。現地では既に緊急対策として、ポーリング調査結果などを参考に、切梁形式の土留鋼矢板を施工して通水断面を確保することが検討されていた。そこで、この対策に対する留意事項として、以下を提案した。

湧水が多い地帯であり、矢板施工によって地下水位が上昇して護岸が不安定化する可能性があるため、背面の排水性確保に留意する必要がある。
崩落部の今後の活動状況が目視できるように、丁張

等を設置することが望ましい。

崩落部の活動が続くようであれば、住宅周辺に警報器付きの地盤傾斜計等を設置することも検討すべきである。

2 損傷のメカニズムの考察と今後の被害軽減のための対策

今回の地震による水路被害は、現場打ちコンクリート三面張水路における目地部の損傷、張ブロック水路におけるブロックの崩落、コンクリート柵渠における柵板の崩落、コンクリート二次製品フリームにおける躯体のずれ、水路脇高盛土の影響による水路側壁の変形、分水柵等付帯構造物の損傷に概ね分類された。以下に損傷のメカニズムについての考察と今後の被害軽減のための対策について述べる。

a 現場打ちコンクリート三面張水路における目地の損傷

今回の調査箇所には 9 箇所の現場打ちコンクリート三面張水路が含まれている。このうち 7 箇所において目地の損傷が見られた。これらの水路では、目地の損傷以外には側壁の傾きやひび割れ等の目立った変状は生じていない。これが今回の地震による現場打ちコンクリート三面張水路の特徴的な損傷形態となっている。目地部が損傷した水路は全て平野部に位置し、いずれも側壁高の半分以上が埋設されている形式である。被災の原因としては、水路の構造上の問題と地震力による水路躯体への衝撃が考えられる。現場打ちコンクリート三面張水路の目地部は止水板が埋設された構造であるため、その部分においては、壁厚が止水板で二分され、部材が薄くなり、構造的な弱部となっている。そこへ地震力が作用した結果、目地部両側の躯体同士が衝突し、止水板により部材が薄くなっている部分が破壊したと考えられる。これは、止水板が躯体に埋め込まれていないコンクリート二次製品水路では、躯体が大きく破壊している事例が見られないことから推定される。

今後、同様の被害を軽減するためには、止水板を躯体中心部に埋め込むのではなく、躯体の外に設置するなどの改良が考えられる。また、伸縮目地をより弾性の大きなものに改良することにより、躯体同士の衝突による破壊を軽減することが考えられる。

b 張ブロック水路におけるブロックの崩落

張ブロック水路では、強い地震力による背面土の押し出しによるブロックの崩落や、水路上下流方向に地震力が作用した結果生じたと推察されるブロックの捲れあがりが見られた。張ブロック水路は、目地部のモルタルによりブロック同士が固定されているため、強い地震力による背面土の沈下や隆起に追従できず崩落したものと考えられる。

今後、同様の被害を軽減するためには、張ブロックの脱落防止に有効な、連結式張ブロックを用いることが考

えられる。

c コンクリート柵渠における柵板の崩落

柵渠では、柵板の崩落が見られた。柵板そのものの破損はほとんど見られないことから、柵留め杭が大きな地震力に対抗できず破損や倒壊したため、柵板が崩落したと考えられる。

今後、同様の被害を軽減するためには、柵留め杭の断面拡大などによる強度増加や杭間隔の狭小化による作用荷重の分散化を図ることが考えられる。

d コンクリート二次製品水路における躯体のずれ

コンクリート二次製品水路では、躯体の浮上や変位による目地部のずれが見られた。コンクリート二次製品水路は、現場打ちコンクリート水路と比較すると、目地と目地の間の躯体延長が短く、壁厚も薄いため、軽量である。このため、地震力に対して変位しやすく、躯体が破壊する前に目地部でずれたと考えられる。

コンクリート二次製品水路については、躯体自体の破壊が少ないため、復旧に当たっては既設躯体の再利用が可能である。しかし、目地ずれ対策のために目地を剛結してしまうと躯体自体が損傷する可能性が高く、再利用ができなくなってしまう。

今後、同様の被害を軽減するためには、目地部のある程度の変位は許容するが、目地からの溢水被害は防止できる可撓性目地の適用が考えられる。

e 水路脇高盛土の影響による水路側壁等の変形・変位

水路脇に高盛土が存在する水路では、地震力による盛土の土圧の影響を受けて、側壁が変形・変位していた。

今後、同様の被害を軽減するためには、切梁による側壁の補強や、盛土側側壁を土留め壁形式にすることが考えられる。

f 分水柢等付帯構造物の損傷

今回の地震による分水柢等の被害は、柢に接続している水路が上下流方向の外力を受けて柢側に押し出され、側壁が破壊されているものがほとんどである。

今後、同様の被害を軽減するためには、分水柢と水路の取り付け部を固定せず、接続水路の押し出しを許容する構造に改良することが考えられる。

結 言

近年発生した地震による開水路の被害実態については、浅野ら(2006)による平成16年(2004年)新潟県中越地震の被害以外、あまり報告されていない。これは、開水路が地震によって破損しても、越水などによって周辺環境に甚大な被害を引き起こした事例が今までなかったことによるものと思われる。しかし、農村部への都市化の進展等に伴い、災害時に重大な周辺被害を及ぼすおそれのある開水路が増加しつつある現状に鑑みれば、大規模地震の発生に備え、耐震診断や耐震補強の実施が緊急の課題である。このためには、まず、詳細な耐震診断や緊急の耐震補強工事の必要性を判断するための指針や、施設の損壊に伴う周辺への被害を軽減するための「減災対策工法」の開発が必要となる。今回の現地調査で明らかとなった開水路被害の実態や被害軽減のための提案が、今後の地震対策の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 新潟県農地部(2007): 新潟県 HP
http://www.pref.niigata.jp/nochi/denen/nochi_tyuetuokijisin/higaijoukyou/nochi1908160900.pdf, 新潟県中越沖地震農地部関係被害状況, 平成19年新潟県中越沖地震に伴う被害状況について(最終版)
- 2) 浅野 勇・向後雄二・林田洋一・井上敬資(2006): 平成16年(2004年)新潟県中越地震による農業用水路の被害, 農業工学研究所技報, 第205号, pp.47-58

Investigation of damage to irrigation and drainage canals during the Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007

MORI Takehisa, MORI Mitsuhiro, TOKASHIKI Masaru, NAKAYA Tetsuo,
MASUKAWA Susumu and TAGASHIRA Hidekazu

Summary

There were 277 reported instances of damage to irrigation and drainage canals during the Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007. The damage was extensive in Kashiwazaki City in the Niigata Prefecture, where field investigations were carried out in July 2007 immediately after the earthquake, and three months after the earthquake in October 2007. Typical damage observed was: (1) damage at the joints of cast-in-place concrete-lined canals, (2) breakage and collapse of concrete blocks lining canals, (3) breakage and collapse of fence boards in drainage canals, (4) tilting of building frames in concrete secondary drainage flumes, (5) sideways deformation of channel walls from pressure of upslope fill, and (6) damage to incidental structures such as diversion devices. The countermeasure work identified in this field investigation will form the basis for future damage reduction measures.

Keywords : earthquake damage, irrigation and drainage canals, field investigation, Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007