

14. 長岡市古志東竹沢における緊急排水対応

(16・10・23新潟県中越地震)

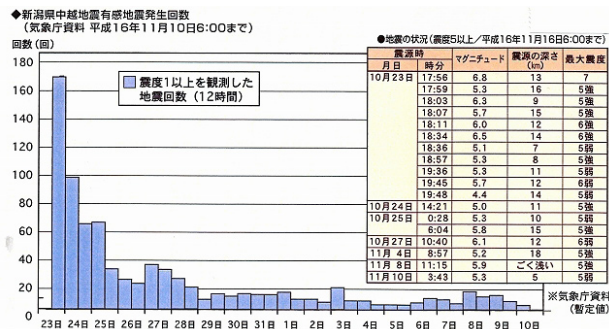
北陸地方整備局北陸技術事務所〇機械課長 本間政幸
機械課整備係長 笠原邦昭

1. 新潟県中越地震

平成16年10月23日午後5時56分「新潟県中越地震」が発生し突然地面が大きく波打ち各地に甚大な被害をもたらした。この地震は中山間地域を襲った直下型地震で、振動計による観測が始まって以来の最大震度「7」を観測した。

その後も断続的に余震が発生し平成16年12月28日午後7時まで延べ877回（震度1以上）そのうち震度5以上は18回と長期に発生していることが特徴と言える。（図－1）

地震は道路を始めあらゆるインフラに大打撃を与えた。新潟県中越地区は、豪雪地帯であり現場は本格的な降雪までの間、応急復旧等の対応に時間との闘いを迫られた。



図－1 地震の状況（気象庁資料）

2. 河道閉塞

山古志村（現：長岡市古志）の芋川流域では地震による地滑りによって5箇所で河道閉塞により地滑りダムが発生し、中でも寺野地区、東竹沢地区における河道閉塞は規模が大きく、集落が水没するなどの被害が発生した。（図－2）

また地滑りダム下流の魚沼市竜光地区では101世帯約439人に地滑りダム決壊による土石流警戒のため避難勧告が10月30日に出され、土石流セ

ンサーと排水ポンプの設置を受け11月9日解除された。寺野、東竹沢の2箇所については11月2日新潟県知事からの要請を受け、5日より国土交通省が直轄砂防事業として取り組んでいる。



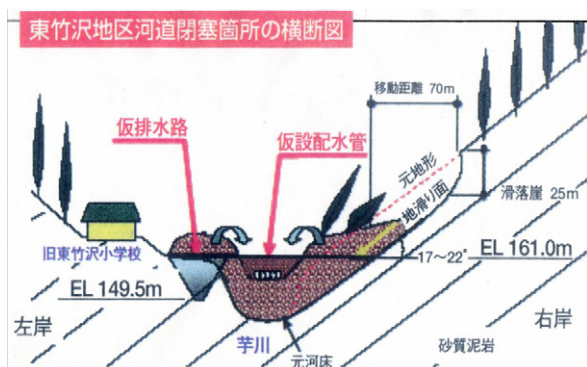
図－2 芋川流域の地滑りダム

3. 東竹沢地区河道閉塞の概要

東竹沢地区における地滑りダムの概要は表－1及び図－3に示すとおりで、ダム上流の木箆集落では25世帯中14世帯が浸水・水没した。

表－1 東竹沢地区河道閉塞の概要

地すべりの規模			
長さ(m)	幅(m)	想定深さ(m)	土量(m3)
350	295	30	1,292,540
河道閉塞の規模			
高さ(m)	最大長(m)	最大幅(m)	堰き止め土砂量(m3)
31.5	320	168	655,940
最大湛水量(m)			
2,560,500			



図－３ 地滑りダム断面図

現場では越流による決壊を防ぐため大型土嚢による対策と、ポンプ排水によるダム水位を下げるための作業が24時間体制で緊急に行われ、仮排水路が完了した12月28日まで、国土交通省湯沢砂防事務所・担当JVら関係者の必死の努力が続けられた。この間、ダムの水位は越流水位に近づくと共にポンプ排水作業により下流側法面浸食が進行するなど、困難な対応が迫られた。

本報告では地震後排水作業が開始されてから水位が順調に低下し始めた12月9日までのポンプによる緊急排水対応における施工上の教訓を整理すると共に、河道閉塞対応上の問題と技術的な課題について報告する。

4. 想定を超えた排水ポンプ車の使用

4. 1 陸路寸断

地震後山古志村内の道路は至る所で寸断され、緊急排水対応に必要な建設機械等は自衛隊大型ヘリ輸送（輸送最大重量6 t）手段しかなく、現場で使用できる建設機械等が制限された。

現地で使用された建設機械は最初にミニクレーン(重量約3.2 t)が輸送された。それを使って次に分解されて輸送されたクローラクレーン(重量約7.3 t)を組立、さらに分解されて輸送された油圧ショベル0.4～0.5m3級が現場で順次組立られ排水路の掘削、排水ポンプの設営に使用された。

（写真－1）また、ヘリ輸送に先立ち空輸中のバランス確認のため吊り試験が必要であった。

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 建設機械の導入機種・タイミングが重要。
- ② 自衛隊大型ヘリ 6 t吊りは吊り試験が必要。
- ③ 民間のヘリ 3 tは調達が比較的容易に可能。



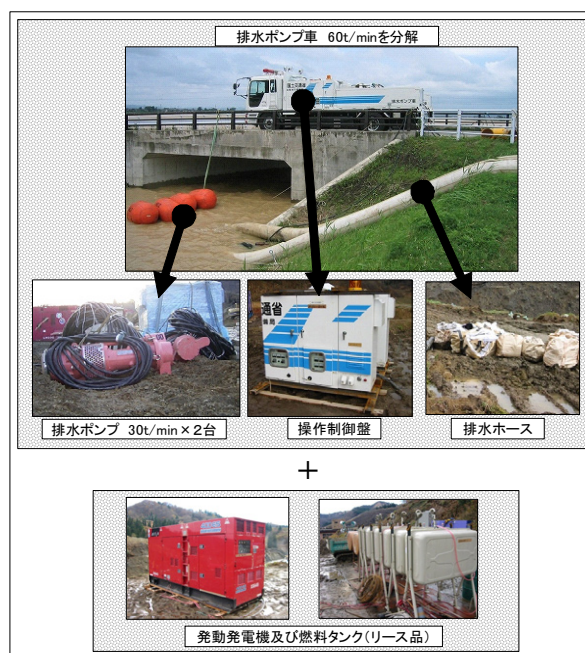
写真－1 自衛隊大型ヘリで輸送されたミニクローラックと組立が完了し稼働中の油圧ショベル

4. 2 排水ポンプ車の想定外利用

排水に用いたポンプは、国土交通省が全国に保有する排水ポンプ車7台を緊急に分解し、自衛隊大型ヘリにて輸送した。排水ポンプ車は通常トラックのエンジン動力で発電し、操作盤ユニットと一体で車載されているため、操作盤の分解梱包とポンプ・ホースの梱包を行い、車両から取外しができない発動発電機と簡易燃料タンクをリース調達した。国土交通省では排水ポンプ車を分解して現地に投入するのは初めての経験で想定外の使用が行われた。（図－4）

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 排水ポンプ車の分解対応の迅速化を図る。
- ② ヘリ輸送に対応したポンプ車の対応。
- ③ 想定外使用を構想しておく。



図－4 緊急排水に使用された排水ポンプ車他

5. 緊急排水路排水ポンプの設置から運転まで

5. 1 排水ポンプの設置

国土交通省が東竹沢で使用した排水ポンプは、堤防での排水を想定しているもので設計上全揚程が8mである。また緊急排水路で下流へ安全に送水するため約250mの排水ホース延長が必要となったことから排水ポンプはEL154.00付近の道路上に設置され、水位の上昇によりポンプが運転する体制がとられ6台のポンプが据付けられた。（写真－2）

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 揚程、損失を加味したポンプ性能を把握。
- ② 待受け、水位上昇運転による影響を想定。



写真－2 水位の上昇前に据付けられた排水ポンプ

5. 2 排水ホースの設置

緊急排水路の底部幅は当初2mで掘削され、そこにポンプ6台分のホースφ400mmが積重なった状態で設置された。幅2mに収められたホースは約250mにもおよびポンプ通水後は蛇行と上下逆転となり絡まった状況で排水運転された。

運転後も、排水ホースのトラブルで排水ポンプの停止・再運転が繰り返される度にホースの蛇行と上下逆転による絡みが進行し、緊急排水路内で圧迫された排水ホースは固定杭、針金、ホースの接続金具による接触により損傷を受けた。（写真－3）

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 適切な排水ホースの間隔を確保する。
- ② ホースの直進性、余分な部分の処理。
- ③ ホース固定部分の養生を行う。

- ④ ホースによる長距離排水を避ける。



写真－3 緊急排水路に設置されたφ400mm6本のホース

5. 3 発動発電機の周辺と燃料補給

排水ポンプ制御盤、発動発電機の設置場所は排水箇所に近い場所が選定されたが、自衛隊大型ヘリで一方を斜面で囲われた狭隘な平地に投下されるため要求箇所への投下が難しく、点在した状況となってしまった。（写真－4）

また発動発電機及び搬入路周辺は粘性土質のため、降雨時は点検・給油・資材運搬のため泥濘地状態となった。このような状況下で日あたりドラム缶約40本の燃料がクローラダンプにより輸送される他、運搬路整正用の油圧ショベルが作業を行う中、電源ケーブルの損傷と燃料パイプにトラブルが発生し運転停止を引き起こした。

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 狭隘箇所でのヘリ輸送着地点の明示。
- ② 電源ケーブル、燃料ホースの敷設、管理。
- ③ 発動発電機、制御盤周辺への立入り制限。



写真－4 田畑に点在した制御盤・発動・燃料タンク

5. 4 排水ホースの損傷とポンプの運転管理

排水ホースの損傷からやむを得ずポンプを停止しなければならない状況が幾度か発生した。

排水ホースは毎分約30m³の水が流れているためホースが破裂しポンプの停止操作が遅れると、現場は噴出した水で溢れかえるため異常ホースの早期発見が交換作業のポイントとなった。

ホースの異常監視に現場担当者の視点が注がれ発見後は作業員の周到な準備連携によりホースの交換作業が迅速に行われた。

絡みあったホースの交換作業は時間を要したばかりか、他の正常なポンプの停止原因となった。また運転再開時は通水により膨張したホースが金具、杭等により損傷しないかポンプ側から吐出口まで監視が必要となった。

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ①ポンプ停止操作の迅速化を図る。
- ②代替えホースの確保と交換作業の手順化。
- ③再通水時の監視体制の確保する。

6. 排水作業で下流末部が洗掘

6. 1 下流末部が洗掘

11月9日に排水ポンプ3台運転後11日には設置された6台の全ポンプがフル運転し、その後も水位の上昇に備え順次ポンプの増設が行われた。

排水開始当初から下流側では排水エネルギーによる小規模な地盤の浸食が確認されていたが、11月15日から地盤の浸食が大きく促進した。このまま排水を継続した場合、さらに地盤の浸食が進み河道閉塞の地滑り土塊まで達することが予測され、隣接する旧東竹沢小学校が崩落、地滑りダムが決壊する恐れが出てきた。ポンプの排水量を低下させる一方で、崩落が続く流末部分ではプラヒューム管で遠方へ排水を試みるが、高低差があるため滝しぶきのような水滴が斜面に当たり、浸食は解消できないため排水ホースを移設することとなった。（写真－5）

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 排水先の安全性を確保する。
- ② 高低差がある部分での空中放水は危険。
- ③ 放水箇所の異常予見、監視が必要。



写真－5 排水による洗掘で斜面の崩落が進行

6. 2 排水ルート切り替え

排水ホースの移設は標高の一番高いところで切替を行い、旧東竹沢小学校の中を貫通しグラウンドを経て一気に約40m下の芋川に合流するルートが選定された。排水ホース移設時の地滑りダム水位はEL157.76で、越流水位EL161まで迫る中、時間との闘いが要求された。移設は排水ポンプ6台分を1本ずつ順次進めていく計画で作業が進められた。（写真－6）

切替部分では前後のホース絡みにより難航した他、ポンプ番号とホース番号の相違によりポンプ停止が手間取るなか、作業開始から翌日にかけて終了することができた。（写真－7）

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 切替ポンプとホースの事前確認が必要。
- ② ホース交換ポイント、手順の確認。
- ③ ホース内残水処理方法の検討が必要。



写真－6 排水ホース移設作業状況



写真－7 排水ルート切替後の排水状況

6. 3 下り勾配と流末処理の難しさ

排水ルート切替が完了した11月18日以降水位低下のためポンプのフル運転が期待されたが、迂回ルートでの急激な下り勾配部分とホース末端出口河床部分でホースが激しく暴れ躍動した。

このためホースの損傷軽減と法面の侵食を抑さえるため排水量を制限したが、状況の確認が困難な夜間はさらに排水量を制限したためダム水位の低下が進まなくなりポンプの増設が急ピッチで行われるとともに、下り部分の排水ホースは管路に取替えられた。

管路通水後はホース交換作業が不要となり安全に通水され信頼性が向上した。（写真－8）



写真－8 下り勾配部分では配水管に取替えられた

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 下り勾配部分ではホース内の脈動がホース損傷原因となる。
- ② 急勾配部分では管路排水とする。
- ③ 放水は河床で流速を減衰させる。

7. 排水ポンプの増設

7. 1 排水ポンプの増設

11月16日以降今後の水位上昇に備え排水ポンプが順次増設され、11月18日には合計12台で排水が行われた。既に上流側のダム水位上昇でポンプが据付けられる平坦な場所は無く、油圧ショベルで搬入路と排水ポンプ組立投入ヤードが確保しなければならない条件となっていた。排水ポンプの組立運搬投入には油圧ショベル0.4～0.5m³級3台が使用され、ポンプと接続された排水ホース約60mを吊下げながらリレーし、斜面に近接した水中に投入する。投入後潜水土によって吊下げワイヤーが切り離され曳航船によって曳航される。潜水土は曳航時に排水ホースと電源ケーブルの曳航補助を行う。（写真－9）

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① 油圧ショベルによるポンプの投入手順化。
- ② 吊上げ機材の損傷防止に配慮。
- ③ 潜水土の安全対策を確立する。



写真－9 排水ポンプの投入状況

7. 2 排水ホースの設置条件

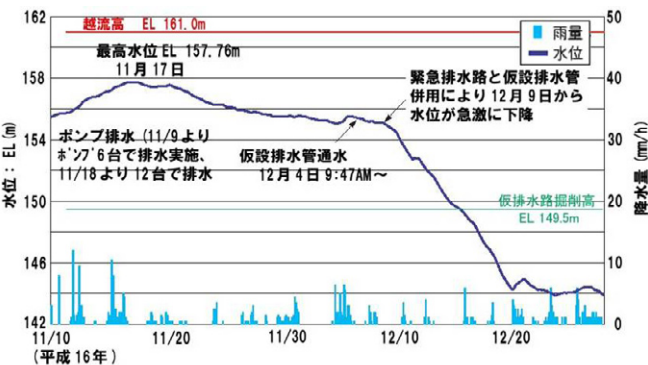
緊急排水路は排水ポンプ増設のため拡張された。拡張掘削された地盤はある程度平坦性が確保されたが凹凸や軟弱部では通水ホース時の重量によりホースの転がりや横滑りが発生し、ホースの屈曲と蛇行が抑えられない。木杭により固定を試みるがそれが更に障害部分（通水抵抗増大・ホース損傷誘引）となった。

＜施工上の改善点及び教訓＞

- ① ホース配置部分は横断方向の平坦性を確保。
- ② 固定による通水障害に注意が必要。

8. 緊急排水路から仮設排水管への移設

緊急排水路での排水を継続する中、12月4日に地滑り区域に施工を進めてきた仮設排水管（プラヒューム管φ1000mm×5条・呑口EL155m）からの排水が可能となった。緊急排水路で全揚程限界で運転されていた排水ポンプ10台を、順次移設するとともに、自走式ポンプ装置（北海道開発局応援）1台を併せて運転し更なる水位低下に向けた排水が行われ12月9日からは水位を急激に低下することができた。（図－5）



図－5 東竹沢土砂崩れダム水位経過

9. 施工上の問題と技術的な課題

9. 1 施工上の問題

東竹沢地区の河道閉塞で緊急排水対応を行った結果から大容量排水ポンプを施工維持する上での問題点と対応を整理した。（表－2）

問題点と対応は、新潟県中越地震で発生した河道閉塞な対応であると認識しているが、最近の梅雨末期・台風等では想定外の排水対応を迫られることも考えられることから問題点として共有し災害対応時の参考としていただきたい。

9. 2 技術的な課題

国土交通省が全国に保有する排水ポンプ車は今回の河道閉塞のように高揚程で分解を想定したものでは無いため、災害対策用機械の導入にあたって今後取り組むべき技術的な課題を整理しておく必要がある。（表－3）また、排水ポンプ車以外についても同様な状況におかれた場合に素早く対応できる体制も重要と考える。

排水ポンプの高揚程対応として直列接続可能な構造の検討、分解に対応した構造など改善すべき点については鋭意検討を進めている。

表－2 東竹沢地区河道閉塞対応時の問題点と対応

項目	問題点と対応
空輸	①輸送可能条件の事前確認が必要 ②空輸中のバランス確認のため輸送に先立ち吊り試験が必要（手続きに時間がかかる） ③荷の接地時、風圧により荷が振られるため安全なスペースの確保が必要 ④荷の接地場所をパイロット等に指示するため接地場所のマーキングが必要
排水ポンプ	①現場に適合可能な機材のレイアウトのため発動発電機・電源ケーブル等に余裕が必要 ②排水量把握のためポンプ、ホース組合わせによる性能（損失・全揚程）の把握が必要 ③排水ホースの損耗防止、送水時維持管理低減のため適切なホース間隔、接地場所の凹凸、折曲がり、予長管理が必要 ④ホース、接続金具損傷防止、維持管理の省力のため下り配管部分（送水期間・送水距離・勾配等を考慮）では管路送水が必要 ⑤排水ホース交換作業を短時間でを行うため漏水等の異常判定基準を準備し、適切な時点での交換が必要
発電・電源	①電力会社との連携による電力供給 ②燃料系統のトラブルによる発電停止のため燃料タンク、配管の保護や明示が必要
据付機械関係	①油圧ショベルで重量物を安全に切り離すためオートフックなどの対策を考慮する ②輸送機種の選定

表－3 技術的課題

技術的課題
①民間機の空輸（3t）を前提にした輸送ユニットの開発
②分解組立が容易なユニットの開発
③全揚程対策、長距離対策としてポンプの直列接続可能なポンプユニットの開発
④ポンプによる排水計画立案のため水位や流量計測技術等が素早くできる体制整備

10. あとがき

国土交通省は寺野、東竹沢の2箇所及び国道291号については現在も全力をあげて復旧作業が行われている。当初県で設置された東竹沢地区の排水ポンプは直轄砂防事業決定4日後運転を開始し、12月9日から順調に水位が低下するまでの間様々な危機に直面した。特に11月16、17日は土砂崩れダムが決壊する恐れに直面し、現場の緊張度が高まったが湯沢砂防事務所とハザマ・清水・福田JVは現場の状況と対峙し12月28日には最大湛水時より約14mの水位を低下させ、無事故で仮排水路を完了させた。現場では相当な疲労と困難な状況にあったことを報告する。

【参考文献】

- 1) 新田：大規模災害現場における機械の有効活用、建設の施工企画、No. 663、（社）日本建設機械化協会、2005. 5
- 2) 北陸地方整備局：平成16年（2004年）新潟県中越地震茅川河道閉塞における対応状況、2004. 12
- 3) 本曰・金沢：「新潟県中越地震」災害復旧報告会、土木学会関東支部新潟会、2004