

II. 工種篇

水路

1. 開水路
2. パイプライン





目次

目次	162
1. 開水路	
1.1 被害調査	163
4 3 0 1 水路の被害調査票	
参考 4 3 1 被害の一覧データベースの様式	
1.2 応急対応	165
4 3 0 2 河川からの農業用水の臨時取水	
4 3 0 3 応急対応・灌漑期の用水確保	
参考 4 3 2 出穂期を控えての河川取水における応急対応	
1.3 復旧工法	168
4 3 0 4 中山間地の山腹水路の復旧	
2. パイプライン	
2.1 被害調査	169
4 3 0 5 幹線管路の被害確認のための送水試験	
4 3 0 6 農業用パイプラインの破損位置の確認	
参考 4 3 3 パイプラインの破損検査	
4 3 0 7 パイプラインの地震に対する弱点と破損部位	
4 2 0 8 簡便法採用地区における支線パイプラインの被災調査	
参考 4 3 4 パイプライン破損の傾向	
参考 4 3 5 パイプライン支線の破損事例	
4 3 0 9 地下埋設物位置の統一的管理	
2.2 応急対応	177
参考 4 3 6 出穂期を控えてのパイプラインのポンプ場被害に対する応急対応	
2.3 復旧工法	178
4 3 1 0 埋設管の強化復旧対策	
4 3 1 1 パイプラインは復旧効果が現れるまで時間が必要	
4 3 1 2 パイプラインの復旧には人手が必要	
参考 4 3 7 通常と異なる費用発生が生じた応急本工事	

4301 水路の被害調査票

水路の被害は、被災延長・崩壊法面高・水路の断面・構造等の項目によって把握し、被災箇所毎に調査票に記録しました

1. 調査票の役割

調査票は、水路の被害状況を短期の内にまとめるものです。内容の詳細については別途項目別の調査を行いました。

2. 調査票の形式と記入項目

調査個票は1枚にまとめることが原則です。必要事項を適切に記入できる様式とします。

- 1) 用紙サイズ：A4判
- 2) 記載項目
 - ①調査年月日
 - ②調査順番(順位番号)
 - ③調査場所
 - ④写真枚数

 - ⑤水路断面の幅
 - ⑥水路断面の高さ
 - ⑦放水路・排水路の別
 - ⑧水路の舗装形態(土水路・コンクリート)

 - ⑨特記事項
 - ⑩概略図

水路工			
調査年月日	平成16年 月 日(曜日)		
調査順番			
調査場所			
写真枚数			
被災延長(m)			
崩壊法面高(m)			
水路断面	幅(m)		
	高さ(m)		
	該当部分	用水	土水路
		排水	コンクリート水路
特記事項			
(概略ポンチ絵)			

3. 記入上の注意事項

1) 現地調査においては、後で調査位置が分かるように、地図上に②調査順番(順位)を記入するのを忘れないようにします。

2) 写真撮影をするときには、②調査順番の番号を書いた黒板等を写しておく、整理時の混乱を防ぐことができます。

3) 概略図(ポンチ絵)は後で被害状況を確認する上で大切です。許される時間の範囲内で丁寧にスケッチしましょう。(図が書きやすいように、5mm程度のメッシュを入れておくと便利な場合があります。)

[参 考]

新潟県農地部：平成19年中越地震災害査定資料作成の手引き，2004．11

参考 4 3 1 被害の一覧データベースの様式

中越地震では、各施設の被害が多かったため、個票をまとめた一覧データベースを作成して管理の効率化に役立てました。ここでは、水路関係の一覧データベースの様式を示します。

1. 水路

〔様式-3〕 **【〇〇災害の影響に伴う農業用施設被害状況調査表（水路）】**

整理番号	地域機関名			水路形式等	現状		応急対策	応急対策が困難で用水対策ができない面積 (ha)
	施設名	所在地	施設管理者		被災状況	通水の可否		
1	<記載例> 〇〇用水路 (名前が無い場合は用水路、排水路と記入)	旧△△市大字□□	△△水利組合 共同受益者	【形式】 <input checked="" type="checkbox"/> 用水路 <input type="checkbox"/> 排水路 【構造】 <input type="checkbox"/> 土水路 <input type="checkbox"/> R C三面張 <input checked="" type="checkbox"/> コンクリート2次製品 <input type="checkbox"/> その他 ()	<input type="checkbox"/> 水路決壊 <input checked="" type="checkbox"/> 水路ズレ <input type="checkbox"/> 土砂埋塞 <input type="checkbox"/> その他	【被災時】 <input type="checkbox"/> 通水可 <input type="checkbox"/> 一部通水可 <input checked="" type="checkbox"/> 通水不可 【応急対策後】 <input checked="" type="checkbox"/> 通水可 <input type="checkbox"/> 一部通行可	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 (仮パイプ設置予定)	-
2				【形式】 <input type="checkbox"/> 用水路 <input type="checkbox"/> 排水路 【構造】 <input type="checkbox"/> 土水路 <input type="checkbox"/> R C三面張 <input type="checkbox"/> コンクリート2次製品 <input type="checkbox"/> その他 ()	<input type="checkbox"/> 水路決壊 <input type="checkbox"/> 水路ズレ <input type="checkbox"/> 土砂埋塞 <input type="checkbox"/> その他	【被災時】 <input type="checkbox"/> 通水可 <input type="checkbox"/> 一部通水可 <input type="checkbox"/> 通水不可 【応急対策後】 <input type="checkbox"/> 通水可 <input type="checkbox"/> 一部通行可	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ()	

2. 頭首工・揚水機場

〔様式-2〕 **【〇〇災害の影響に伴う農業用施設被害状況調査表（頭首工・揚水機場）】**

整理番号	地域機関名			現状		応急対策	応急対策が困難で用水確保ができない面積 (ha)
	施設名	所在地	施設管理者	被災状況	通水の可否		
1	<記載例> 〇〇揚水機場	旧△△市大字□□	△△土地改良区	<input checked="" type="checkbox"/> ポンプ・原動機 <input type="checkbox"/> 配管 <input type="checkbox"/> ゲート・除塵機・配電盤 <input type="checkbox"/> 建屋・基礎 <input type="checkbox"/> ファームポンド <input type="checkbox"/> 樋管・水槽 <input type="checkbox"/> その他 ()	【被災時】 <input type="checkbox"/> かんがい可 <input type="checkbox"/> 一部かんがい可 <input checked="" type="checkbox"/> かんがい不可 【応急対策後】 <input checked="" type="checkbox"/> かんがい可 <input type="checkbox"/> 一部かんがい可	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 (災害応急ポンプで対応予定)	-
2				<input type="checkbox"/> ポンプ・原動機 <input type="checkbox"/> 配管 <input type="checkbox"/> ゲート・除塵機・配電盤 <input type="checkbox"/> 建屋・基礎 <input type="checkbox"/> ファームポンド <input type="checkbox"/> 樋管・水槽 <input type="checkbox"/> その他 ()	【被災時】 <input type="checkbox"/> かんがい可 <input type="checkbox"/> 一部かんがい可 <input type="checkbox"/> かんがい不可 【応急対策後】 <input type="checkbox"/> かんがい可 <input type="checkbox"/> 一部かんがい可	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ()	

4 3 0 2 河川からの農業用水の臨時取水

中越地域では、水路の被害も多く、一部農地では農業用水の確保が困難化しましたが、河川管理者との連携によって、河川からの臨時取水で乗り切ることができました

1. 作付け早期実現の障害となった用水路被害

県長岡地域振興局農林振興部では、水田の作付けが復興意欲に繋がるとの考えから、水田への作付条件の確保と、農家の作付け指導を積極的に行いました。例年であれば、5月の連休時期に田植えを済ませるのですが、この年は一カ月近く遅れても作付け指導を行いました。

地震翌年（平成17年）には、作付面積の確保の努力が行われたにも関わらず、稲の作付け段階で被災8市町の農地29,000haの内、約900haが作付け不能でした。このうち、水田が被害を受けたもの以外に、用水路の損壊等で作付けできない水田も多かったのです。

2. 新たな用水源確保の必要

小千谷市や川口町などの山沿いでは中越地震で農業用水路やため池が損壊し6月に入っても稲の作付けができない水田が残っていました。作付けの遅れは品質低下や収量減に繋がるため、新たな水源確保のため、河川からの取水を検討する必要が出てきました。

要望が強かったのは、小千谷市川井地区と川口町の土地改良区です。川井地区では、明治初期に整備された山腹水路4kmが通水不能となり、農地120haのうち70haが取水不能となりました。川口地区では、200haの水田が給水不能となっていました。

3. 河川管理者の柔軟で迅速な対応

新潟県は、河川から臨時に取水するため、国土交通省等の河川管理者と水利権について調整を行いました。通常、水利権の許可を得るにはかなりの時間が必要ですが、災害復興を優先して手続きを迅速化し、両市町4カ所で信濃川等からの取水について短期の内に許可を得ることができました。このような柔軟な運用・調整は、中越地震では多くの局面で行われました。

4. 信濃川からの用水確保による作付け実現

取水許可を受けて、川井地区では5月の連休後、信濃川と魚野川支川・相川川の2カ所で取水用応急ポンプを設置し、自家発電機で稼働させました。川口町土地改良区も信濃川・魚野川等の3カ所に応急ポンプを設置し、取水することができました。



写真 川井地区の取水(新潟日報)

[参 考]

新潟日報、地震で用水路損壊・作付け遅れ、平成17年6月7日

4303 応急対応・灌漑期の用水確保

灌漑期には水路に被害が生じると稲の生育に直接影響がおよぶため、早急な対応が求められます。新潟県では、復旧工事を急ぐと共にポンプやブルーシートの貸与を併せて行うことによって被害の拡大を防止しました

新潟県では、応急ポンプの貸与による灌漑用水の確保や、ブルーシートの貸与による仮廻し水路の確保など条件に応じて対応しました。新潟県農地部では応急ポンプ、ブルーシートを災害時に備えて保有しており、関係団体への貸し出しを行っています。

1. 新潟県農地部保有の応急ポンプ

(1) 保有台数：新潟県ではポンプ 30 台と発電機 13 台を保有しています。地方公共団体、土地改良区、土地改良区連合、農業協同組合、農業協同組合連合会が農地災害の応急対策事業を実施する必要がある場合に貸与をしています。

【保有ポンプ等】

・水中ポンプ φ 150mm	8 台	・ディーゼル発電機 (17KVA)	4 台
" φ 200mm	8 台	" (30KVA)	8 台
・陸上ポンプ φ 250mm	6 台	" (70KVA)	1 台
" φ 200mm	3 台		
" φ 250mm	3 台		
" φ 300mm	2 台		

(2) 費用負担：災害応急対策に使用する場合は無償ですが、運搬費、燃料費等は受益者負担を原則としています。中越沖地震では、運搬費は防災局が負担し、燃料費は応急仮工事で支出しました。

2. 新潟県農地部保有のブルーシート

(1) ブルーシートの貸与：大規模災害発生時の応急対策として県・地域振興局が農地関係災害の増破防止等として実施する場合に県農地部が貸与しています。

【ブルーシート保有数】

・ # 3000	3.0 間×3.0 間 (5.3m×5.3m)	30 枚
・ # 3000	5.5 間×5.5 間 (9.8m×9.9m)	10 枚

(2) 費用負担：使用状況にもよるが、原則、全損扱いとし返却の必要無しとしています。

[留意事項]

中越沖地震の例では、排水機場に応急ポンプが配置されただけで農家は水が確保できるのだという心理的な安心感を抱いたということです。土地改良区の理事長は、エンジンが稼働するのを見てそれだけでよかったといい、できる限り農家の目に付くところに置いてくれるよう頼んだということでした。こうした対応は、機動的な施設装備は機能面の確保だけでなく、心理的な効果を持つことを意味していることが注目されます。

参考4.3.2 出穂期を控えての河川取水における応急対応

中越沖地震では、二級河川鯖石川に設置された藤井頭首工左岸堤防が甚大な被害を受け、河川管理者から取水制限が必要との連絡がありました。頭首工は1,247haの受益地を持つ重要施設であるため、出穂期を迎えて早急な対応を行いました。土囊による堤防の補強等の応急対応を急ぐとともに、取水方法について河川管理者との調整を進めました(表)。

河川を占有する頭首工等の構造物の操作は、施設自体の被害だけでなく河川上流部の堤体の被害等によっても影響を受けます。このような場合には、施設機能面の確保とともに他機関・この場合は河川管理者との調整が重要となります。災害時には河川管理者も柔軟に対応しており、現場担当者ときめこまかな情報交換や技術検討が問題解決に効果を発揮します。



写真1 左岸堤防の亀裂



写真2 現地立会操作（中央ゲート全開）
左岸堤外地を大型土囊で補強

表 中越沖地震地区における河川堤防被害による取水制限に対する取り組みの経緯

7月16日	10:13 地震発生。
	17:00 柏崎土地改良区より「管理道路に亀裂はあるが、頭首工本体に被害なし」の第1報
7月19日	11:00 農地計画課より「河川管理課から、藤井頭首工の上流堤防が被災しているため、取水を控えてほしい」旨の連絡
	20:00 農地計画課より河川管理者が現地調査のうえ、結論を出したい旨の連絡
7月20日	・河川管理課より連絡：①堤防亀裂深さが確認できるまで、取水位を10.75m(水深換算42%)とする。②堰の操作は、暫定操作(23日まで決定)とする
	・柏崎地域整備部で大型土囊による補強
7月23日	・暫定操作規則を提出
	・農地計画課、柏崎地域整備部・農業振興部、柏崎土地改良区立会いで、暫定操作規則による操作現認
7月25日	・河川管理者より連絡：取水位11.24m(水深換算70%)までとする
7月31日	・河川管理者より連絡：従来(水深換算100%)の操作規則に戻す

4 3 0 4 中山間地の山腹水路の復旧

山腹水路は河川上流で取水した用水を自然圧で下流の受益地に運ぶため、受益面積に対して延長が長くなりがちで、斜面の中腹にある場合には、重機を使うことも困難です。このため原形復旧が困難なことも多いのですが、暫定法による復旧は機能復旧も認めていますので、いくつかの選択肢から現地に適合した最適な方法を検討します

1. 山腹水路の復旧の考え方

山腹水路は用水を自然圧で運び、送水・揚水などに機械力を用いないため、電力等の費用が不要です。その代わりに農地面積当たり延長が長いものが多く、点検や維持管理に多くの労力と時間が必要です。原形復旧が可能な場合は元の水路形態で復旧しますが、機能復旧として部分的に開水路を管水路に代えたり、地形条件が厳しいところでは圧送管や揚水ポンプの設置も行いました。

2. 圧送管による復旧

原形復旧が著しく困難で、しかも揚水費の確保が困難な場合、山腹水路を圧送管に代える方法があります。この場合、水路のルートは山腹から道路脇などに変更されます。道路などは、通常、一定勾配でなく、起伏があるため、開水路とすることはできず、圧送管を用いることとなります。圧送管の施工は平場で行えるため、重機施工は容易ですが、管路にはトラブルがあった場合に備えて、一定の間隔でスタンドを設け、検査や補修ができるようにする配慮が必要となりました。

3. 揚水ポンプの設置

長い山腹水路では維持管理の労働負担が大きいことから、労働力が減少する山間地では持続が困難です。そこで、費用がかかっても取水位置を受益地の近くに持って来たいという要望がある場合は、揚水ポンプを設置することによって対応できます。この場合も機能回復として、暫定法の対象になります。また、取水量が変わらなくても取水地点を変更する時には、水利権の協議が必要ですが、中越震災では国土交通省北陸地方整備局が取水位置の変更には柔軟に対応することをいち早く表明していたため、協議は円滑に進みました。



(栃尾市 2004. 10)

写真1 中越地震で埋没・落下した山腹水路



(栃尾市 2004)

写真2 河岸が崩壊して露出した山腹水路

4 3 0 5 幹線管路の被害確認のための送水試験

管路は地下埋設物であるため当初の被害確認は正確にはできません。幹線管路の被害箇所は送水と被害箇所の検出・補修を繰り返しながら順次見つけていきます。そこで、査定設計書は手探りで作成せざるを得ず、復旧工事は柔軟な対応が必要です。また、復旧が遅れる可能性があるため、作付けに間に合うよう仮設管路を設置する等の対応も必要となります

1. 地下埋設管の被害特性

地下埋設管の被害は、破断やひび割れ、圧壊などがありますが、被災箇所の詳細は送水しないと分かりません。また、送水しても一度にすべての被災箇所を確認できるわけではありません。被害箇所から水が噴出して先には水が行かないことなどが多いため、見つけた被害箇所の補修後に再び送水し、その先の被害箇所を探るといった作業を繰り返します。通常の施設では、被災箇所を確認した後、査定設計書を作成し、一挙に復旧作業を行います。地下埋設管を同様に扱おうと、かえって多大の時間を費やす可能性があります。地下埋設管では、被災箇所の検出と復旧作業を交互に進め、計画変更などで柔軟に対処する必要があります。

2. 応急的な仮設管路の設置

被災箇所の確認作業に手間取るため、春先の作付け作業に間に合わない場合、仮設の管路を設置して応急的に間に合わせることも可能です。中越大震災では、仮設の管路が川口町で設置されました(写真)。暫定法では応急的に復旧する応急仮工事が認められており、費用の補助を受けることができます(参考)。地下埋設管路のように被害の検出・修復に時間がかかるものについては、応急仮工事によって機能を確保したのち、組織的に復旧することが求められます。

3. 電力会社・河川管理者との調整

非灌漑期に災害が起きると、パイプラインに通水をするには、河川管理者から水利権許可が必要であるほか、臨時的なポンプ稼働のための電力会社との調整が必要となります。災害発生時には、これらの窓口との迅速な対応が求められます。



(川口町 2004. 11)



(川口町 2005. 04)

写真 中越大震災で設置された仮設幹線管路

4 3 0 6 農業用パイプラインの破損位置の確認

パイプラインの破損箇所は地上面からは判定できないため、通水試験によって確認します。破損位置は、復旧工事時に現地で確認できるよう目印を立てる等の対応が必要です

1. 破損位置の確認方法

農業用パイプラインの破損位置の確認は、以下のような通水試験によって確認します。

ポンプ運転を開始してパイプラインに充水した後、①所定圧力が保持されない、②ポンプの流量計がゼロにならない等が確認されたら破損があると考えられます。破損・漏水の位置では、通常、通水試験後に地表面に水が浸出しているため、見つけることができます。

通水試験の方法は、パイプラインの配置や受益地区の広さ、ポンプ場の流域の位置（上流か・下流か）、通水試験時の動員可能人員数などによって、一様ではありませんが、ポンプを運転すると低い位置にある給水栓から順に水が出るため、確認作業も下流から進めていくと効率的に調査ができます。

2. 破損位置の引き継ぎのための旗立て

中越沖地域では旗を 200 本程度用意して、一人 5 本程度を配布して現地を踏査し、破損を確認した位置に旗を立てておきました。これによって、施工時に業者は位置確認を容易・確実に行うことができました。当初は被害位置を図面に落としていたのですが、後日の確認が困難であるとの指摘があったため、旗立てを行うようにしました。この事例は、図面だけでは細かな位置確認は困難であることを示しています。旗立て作業は農業土木技術者でなくても対応可能であり、支援者が動員されました。

3. 写真管理の引き継ぎ

位置確認のための旗立てと同時に、施工業者には調査時の現場写真を手渡すことによって、効果的な復旧工事に繋がります。しかし、旗立てによる位置の引き継ぎは問題がなかったものの、現場写真の引き継ぎは旨くいかなかったという事例も中越沖地域ではいくつか発生しました。これは、現場で作業した後の、資料整理の大切さを示しています。



写真 パイプライン破損の現地調査(柏崎市 2007. 07)



写真 通水時の漏水状況(中越地震)

[参 考]

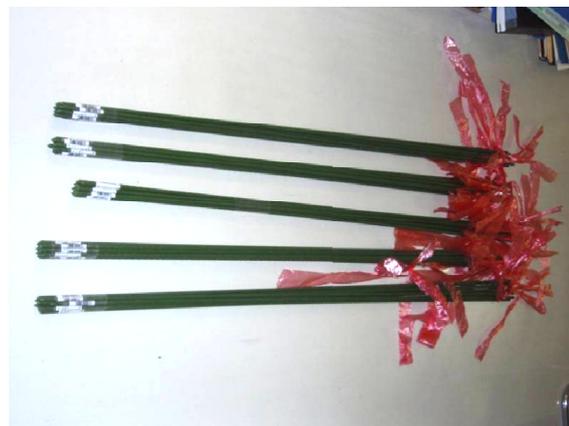
新潟県農地部・新潟県農村振興技術連盟：新潟県中越大地震災－農地農業用施設の復旧記録(技術資料編)，2007. 03

参考433 パイプラインの破損検査

パイプラインの破損部の検出時には旗を目印として用いました。ポンプが止まると噴水が止まり、場所の確認が困難となるため、中越沖地震では対応策として旗立てを行いました



破損箇所を目印とする旗の製作



ホームセンターで、「イボ竹」を購入。写真は10本×5束



用水が噴き出している箇所には速やかに旗を立てる
(ポンプが止まると意外に場所が分からない)



破損部から勢いよく吹き出した用水



給水栓の確認も併せて行う



長時間加圧すると周辺に悪影響を与えることもある

4307 パイプラインの地震に対する弱点と破損部位

パイプラインの被害は構造物との接続部に多く見られましたが、管路に沿って均等に発生しているわけではないため、可能性の高い場所は重点的に注意深く観察する必要があります

1. パイプラインの特徴的な被害

これまでの大規模地震の経験から、管路の被災には特徴的傾向があることが分かってきました。特徴的な被害として、①管路の抜出しや圧縮破壊、②構造物周辺での抜出し、③周辺地盤の液状化による管路の浮上が挙げられます。

管路の被災は、構造物に隣接する部分で多く、とりわけ①曲がり管、②異形管の部位で多い傾向があります。この部位での被害の多くは、管路の敷設替えが必要です。直線管路部分の被災は、比較的小規模で、継手部の止水機能を改善するための補修に留まるものが多いようです。

地震被害は、管路に沿って均一に発生しているわけではなく、構造物の周辺や地形、地質の変化点に集中して発生する傾向があります(表1)。

表1 日本海中部地震(1983)におけるパイプラインの構造物際と直線管路部の継手の被災箇所数

被災箇所	箇所数	布施替(本)	継ぎ手部の止水バンドによる補修(本)
構造物周辺の被災	44	160	126
直線部分の被災	12	0	42
その他 ¹⁾	5 ²⁾	5	189

*1: 全て直線部分の被災

*2: 大きな地盤沈下に起因する箇所4, 液状化に起因する箇所1

2. 破損の多い部位

パイプラインの破損は、①構造物との接続部とともに、②本管から給水栓へ接続する異形管(分岐管または立ち上がり曲管)部が特に多い傾向が見られました。

下表2には、中越沖地震で被災した柏崎市北鯖石東部地区(受益110ha)のパイプライン破損箇所の内訳比率を示します。地区では、全給水栓数の1割程度が被害を受けました。

表2 北鯖石東部地区のパイプライン破損内容の内訳

部位	箇所数	構成比率	部位	箇所数	構成比率
T字管接合部	25箇所	45%	曲管本体	1箇所	2%
曲管接合部	9箇所	16%	直管本体	2箇所	4%
直管接合部	12箇所	22%	その他	4箇所	7%
T字管本体	2箇所	4%	合計	55箇所	100%

[参 考]

宮島 正人(2008): 新潟県中越沖地震による被災パイプラインの復旧, 水土の知 2008. 8, pp. 52-53

4 3 0 8 簡便法採用地区における支線パイプラインの被災調査

中越地区では、パイプラインの幹線被害が大きく支線管路への通水試験が遅れました。このため、災害査定においては、通水をせずに地表部の目視を基に暫定的に進める簡便法を採用しました。これらの地区では、復旧工事実施時に精査を行うことが義務づけられました

1. 簡便法による被災箇所の把握

当該地区はポンプ施設の被災が無かったため、信濃川の暫定取水許可を受けて通水試験を行い、幹線部分の被災箇所確認と応急本工事を進めることにしました。しかし、資材不足で工事は遅延し、査定までに時間も無かったため、全箇所の応急本工事はできませんでした。このため、一部で支線管路の被害状況を通水試験によって把握することができなくなりました。

小千谷市三仏生（さぶしょう）地区では、支線管路への通水試験が災害査定に間に合わなかったため、支線部分の被害確認は、パイプライン埋設箇所地上部を目視して亀裂等の変動がある位置を被災箇所と想定して査定申請をしました。こうした簡便法による査定申請は認められたのですが、復旧工事の実施時に「精査」を行うことが条件付けられました。

2. 通水試験による被害箇所との比較

翌17年4月中旬に幹線部分は応急復旧したため、支線管路で通水試験を行ったところ、当初の想定とは異なる場所からも漏水が多数確認されました(図)。最終的には、被災箇所33（給水栓下13、道路敷下18、空気弁下2）の内、新たな被災箇所が半数を超えました。このため、漏水箇所を一つ一つ確認しながら作業を進めることになり、全地区に用水を供給するのに約1ヶ月が必要でした。作付時期も迫っていましたが、地元関係者と調整して作付けを遅らせてもらいました。

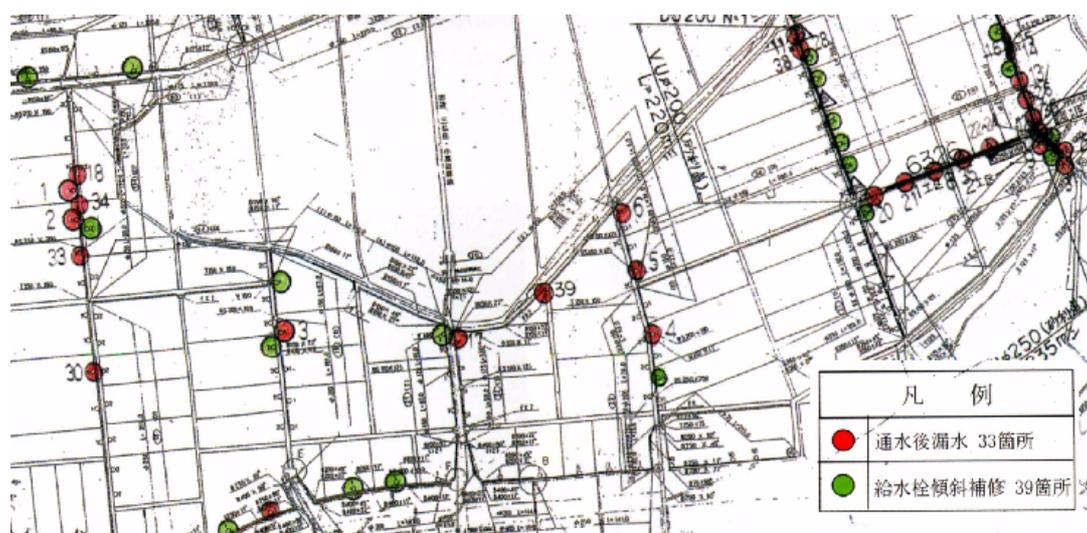


図 管路破損位置(赤丸は通水後に確認された場所)

[参 考]

新潟県農地部・新潟県農村振興技術連盟：新潟県中越大震災一農地農業用施設の復旧記録(技術資料編)，2007.03

参考434 パイプライン破損の傾向

パイプラインの破損箇所の多くは継ぎ手部分であり，その中でもT字管の継ぎ手部分(チーズ・図1)でした。チーズは末端の給水栓に繋げるための分岐用の継ぎ手であり，各圃場の用水管理に重大な影響を及ぼします。

中越沖地震の事例では，被害の83%が接合部でした。特徴的な被害は，チーズ(図2)におけるもので，接合部被害の半数以上(54%)はチーズの分岐部分に集中していました(図3)。直線部の破壊では，前後への引っ張り・圧縮によって管が破断した事例が多く見られました(図4)。

末端の継ぎ手の破損は集中傾向があり，チーズ接合部が多く破損した地区と，曲線・直性接合部が破損した地区は分かれていました(図5)。地区の配管の方向や揺れの特性が関与しているものと思われます。また，被害は集中する傾向があるため，一件の被害事例が見つかった場合に，周辺の状況を丁寧に観察する必要があります。

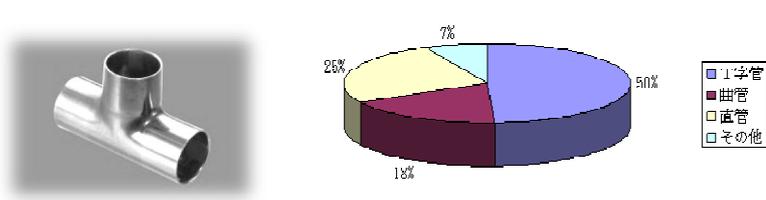


図1 チーズ

図2 中越沖地震・柏崎市の被害事例



図3 チーズの破損部

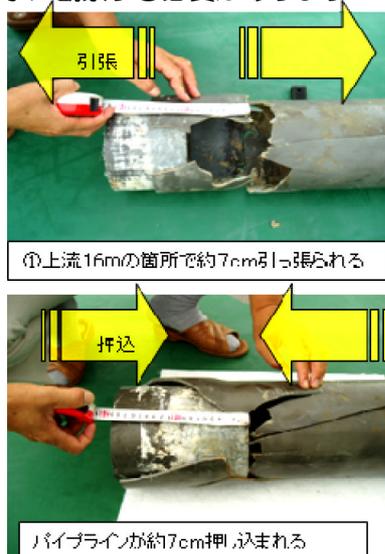
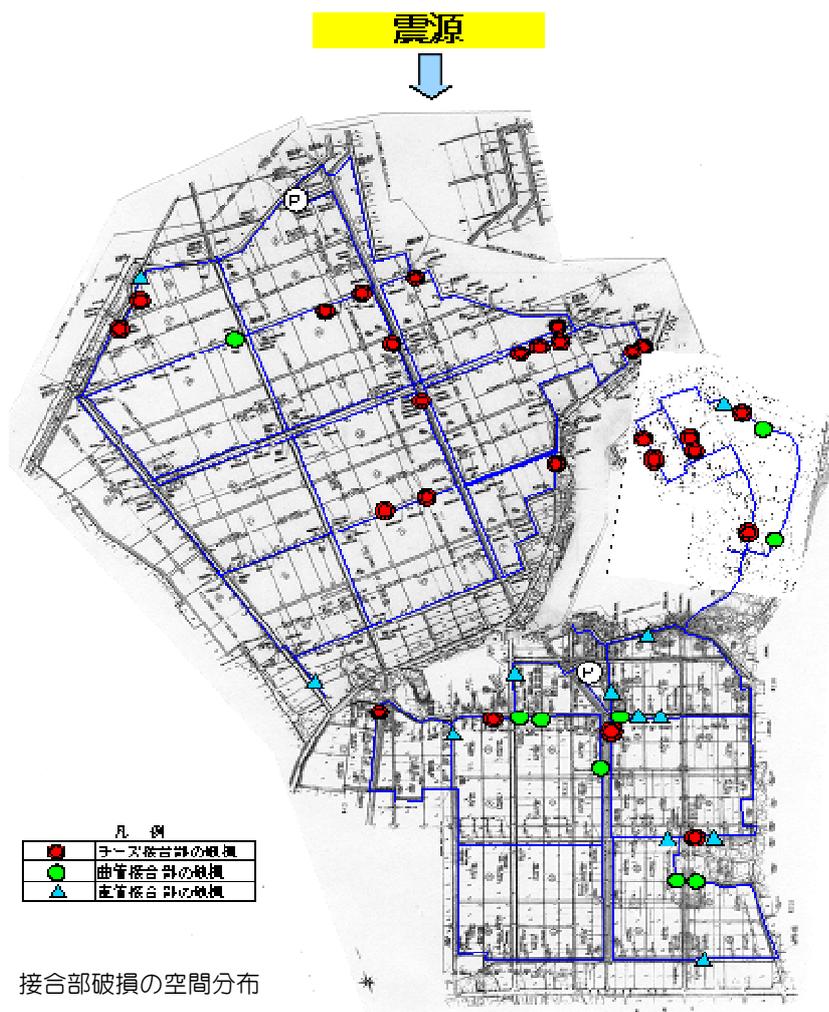


図4 直線接合部の破損

図5 接合部破損の空間分布

[参考]

柏崎地域振興局農業振興部：中越沖地震 H19. 7. 16 10:13発生 ～対応記録集～ 2008. 1

参考435 パイプライン支線の破損事例

1. 被害の特徴

小千谷市三仏生（さぶしょう）地区は、中越地震において水路の破壊や道路の亀裂等、施設や地盤の災害が多数発生(写真1)した地区ですが、パイプラインの被害も多数発生しました。地区では、通水試験によって33カ所の被災が確認されましたが、15箇所は、給水栓や空気弁へ分岐するための役物と呼ばれる配管の破壊による漏水で、エルボやチーズ（T字管）などの接続部分で折れたり、スリーブが破損したケースがほとんどでした(図・写真2)。また、道路の亀裂が生じた場所では塩ビパイプが破断した例も18カ所と多いのですが(写真3)、目視による道路面の亀裂がない場所でも破断が見られました。

2. 復旧時の対応

パイプラインの復旧は、掘削後、破損範囲の塩ビ管を切断し、新材で置き換えて、ドレッサージョイントで接合します。管径が大きくなるとジョイントの手配に時間を要する場合があります。

復旧工事は、破損箇所の補修をした後に通水試験を実施し、別の破損箇所を探すという作業を繰り返して進めました。全地区に用水供給をするには約1ヶ月が必要でしたが、地元関係者と作付けを遅らせるなどの調整によって、間に合わせることができました。



写真1 三仏生地区の被害状況

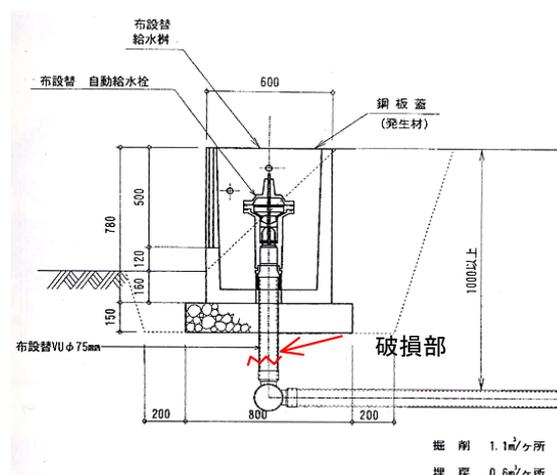


図 管路破損が多く発生した接続部位

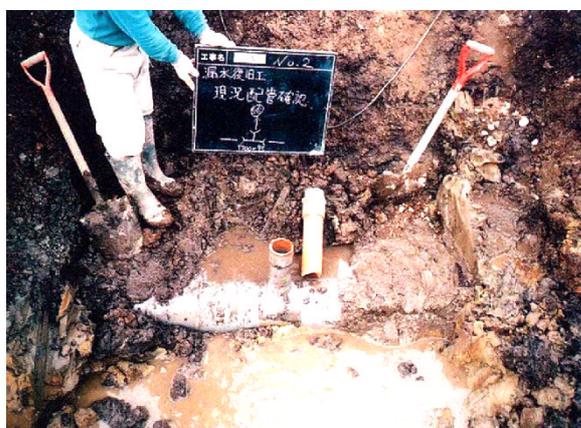


写真2 接続部位の管路破損確認



写真3 道路面下の管路の破壊

[参考]

新潟県農地部・新潟県農村振興技術連盟：新潟県中越大震災―農地農業用施設の復旧記録(技術資料編)，2007.03
 柏崎地域振興局農業振興部：中越沖地震 H19.7.16 10:13 発生 ～対応記録集～ 2008.1

4309 地下埋設物位置の統一的管理

中越および中越沖地震では農業用水のパイプラインや集落排水の管渠のほか、他事業主体による農業用以外の埋設物の位置確認に手間取り、対策が遅れることがありました。こうした事態を防止するには、GISによる統一的管理の推進が望まれます

1. パイプラインの埋設位置確認の困難

中越沖地震では、農地下に埋設された石油パイプラインに破損が起き、田面に石油が浸出した事例があります。このとき、市役所は石油パイプラインの埋設位置情報をもたなかったため、被害の拡大防止対策が遅れました。農地にも多様な埋設物が設けられる可能性が高まっているため、これらの情報をGISによって統一して管理する必要性は高いものと思われます。

また、集落排水施設の管渠被害を調査した時に、配管図面の位置と実際の管路位置とが合致しない事例等もありました。作図上の誤差等が原因と思われるが、聞き取りなどによる図面の修正等が必要となります。また、予測しない場所でガス管・水道管があり、工事が遅延した事例もありました。

2. 技術条件は整ってきている

従来は適切なGISソフトも不足していたのですが、今日では以下に示すように導入の技術条件は整ってきています。

- ① 廉価で機能の高いソフトが普及するなど、GISソフトの利用環境が整備されてきた
- ② 測量データが、位置座標データとして入手可能
- ③ 設計仕様にデータ形式を指示すれば、施工業者から自動的に位置データが入手できる

3. 部局間の連携による情報集約

それぞれの部局で、GISによる情報管理をしても、それだけでは不十分です。他の部局が建設した埋設物の情報が不十分では、復旧作業時にこれらの埋設物を破損する可能性もあるため、即時の対応は困難です。こうした事態を防止するには、情報の集約窓口を決め、情報を適切に管理する体制を整備する必要があります。

中越地域では以下のような課題を生じました。

- ① 農地の地下埋設物は、今日では農業関連の施設に限らない。このため、農業部局が適切な情報をもっておらず、災害時に適切な対応ができないことがある。
- ② 農業関連施設であっても、発注者が異なると情報の管理者が異なると、欠落することがある。とりわけ、団体営等で行った小規模な事業地区のデータが欠落する可能性は高いため情報の管理においては注意が必要である。

[留意事項]

GISの導入に当たっては、少なくとも同じ庁内では同一のシステムによる管理を心がけましょう。GISによる土地や施設の管理システムを導入しても、部局間でシステムが異なると互換性がなく、データの共有ができずに有効に対応できない事例も少なくありません。システムの導入に当たっては部局間で十分な検討・調整を行うことが求められます。

参考 4 3 6 出穂期を控えたパイプライン・ポンプ場被害の応急対応

中越沖地震では、不等沈下のためポンプ運転ができない機場が生じました。ここでは機場自体が傾き、損傷を受けたほか、機場周辺のパイプラインも大口径であったため機材の予備が近くで確保できず、配管材料の手配に多くの時間を費やすことが分かりました。

地震発生が7月16日であったため、出穂期の用水確保が求められました。しかし、既設ラインの補修だけでは出穂期の用水需要に間に合いませんでした。そこで、応急対応として、ポンプ場の貯水槽に応急ポンプを設置し、仮配管によって既設パイプラインに接続して急場を凌ぎました。

応急対策においては、想定される期限までに完了することが求められるため、資材の手配に要する時間や人員確保の可能性等を考慮して対策を決定することが大切です。

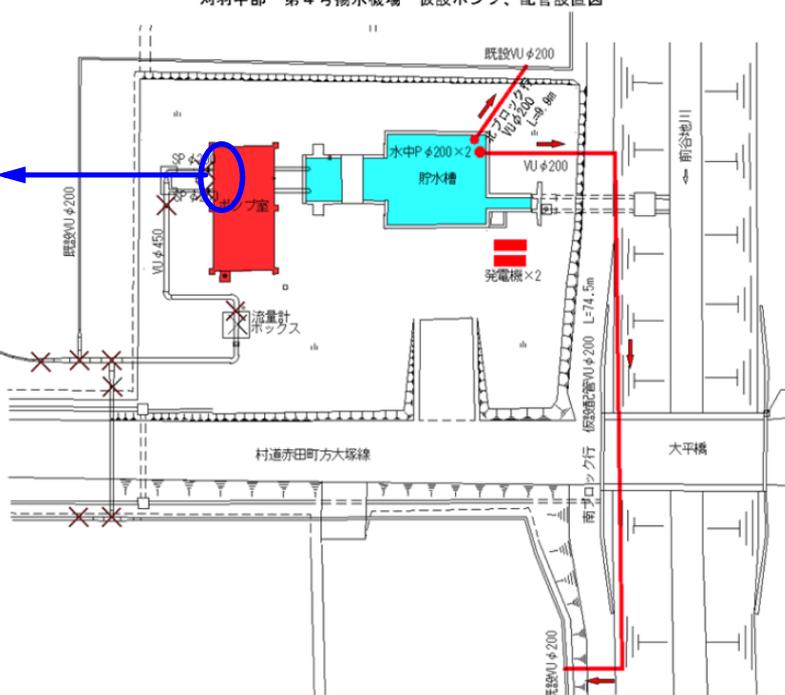
応急ポンプ、仮設配管状況

既設貯水槽を利用し、設備配管を行った。

- ・新潟県農地部保有 災害応急ポンプ 水中ポンプφ200 2台
- ・ 〃 発電機 2台
- ・ 仮設配管 塩ビVUφ200 計 L=84.4m
- ・ 給水期間 平成19年8月4日～31日
- ・ 給水面積 A=33.8ha



刈羽中部 第4号揚水機場 仮設ポンプ、配管設置図



ポンプ場の不等沈下のため
可とう管が大きく偏心した

[参 考]

柏崎地域振興局農業振興部：中越沖地震 H19. 7. 16 10:13 発生 ～対応記録集～ 2008. 1

4 3 1 0 埋設管の強化復旧対策

埋設管の復旧においても、強化復旧対策の検討は再度被害を防止する上で大切です。集落排水施設の管渠復旧では強化復旧をした事例がありますので、灌漑用水でも道路に埋設する場合など同等の考えを適用すべき局面は多いものと思われます

1. 埋設管の強化復旧としての耐震性向上対策

埋設管の耐震性の向上対策には、以下のような方法が考えられます。

- ①埋戻砂の圧密
- ②液状化しない埋戻材の使用
- ③碎石等の液状化抵抗性の高い埋戻材の使用
- ④構造物の軽量化
- ⑤マンホールなどの構造物の下部地盤の支持力強化

2. 埋め戻し砂の圧密

埋め戻し砂を突き固めて密度を高め、液状化を防止する方法です。土地改良事業計画設計基準における埋戻材の締固め管理基準は締固度Ⅰが90%、締固度Ⅱが95%とされています。「下水道施設の耐震対策指針と解説」では、締固度90%程度以上としています。

3. 液状化しない埋め戻し材の使用

埋め戻し材として、ソイルセメントや石灰等を混入した補強土の採用によって液状化防止に必要な強度を得る方法です。この方法では母材として現地発生土の利用ができるため、埋め戻し砂の購入を減らすこともできます。中越地域ではこの工法の効果が実証されました。

4. 液状化抵抗性の高い埋め戻し材の使用

再生碎石RC40・碎石C40などは埋め戻し材として有効です。ドレーンとして用いることができ、高い液状化抵抗性をことができます。マンホールや構造物の周辺をはじめ管渠にも有効ですが、硬質塩化ビニル管の場合は碎石によって傷つき強度低下が起こるため採用できません。

5. 構造物の軽量化

コンクリートスラストブロックなどの重量の大きい構造物の軽量化を図ります。

6. マンホールなどの構造物の下部地盤の支持力強化

基礎の碎石層厚を厚くする等の方法があります。

7. その他

構造強化の観点とは異なりますが、管網図は常に手元においておき、出来形図にはパイプの路肩からの距離、深さなどを詳細に表示しておくなどの事前準備が必要との意見もあります。

[参 考]

毛利栄征：農業用施設の地震被害と強化復旧、北陸農政局管内地震研究発表会、p1-18、2008/02

4 3 1 1 パイプラインは復旧効果が現れるまで時間が必要

パイプラインの復旧では完全復旧しないと供用再開できないことや、通水試験と復旧工事を繰り返す必要があるため、効果が現れるまでに時間が必要です。時間がかかると農家の不安は大きくなるため、復旧特性を説明すると共に、情報提供の方法に配慮します

1. 漏水箇所発見と復旧効果

パイプラインは、幹線から末端への緊密なネットワークによって配水されるため、それぞれの系統毎に修復が完了した後に水利用が可能となります。パイプラインの復旧工事においては幹線から行われ順次支線におよびます。また、パイプラインは系統全体の通水条件が整って系統毎の通水が行われるため、一部で未復旧の部分があると用水使用はできません。

図は、中越沖地震におけるパイプラインの漏水箇所の発見箇所数と復旧率の関係を示していますが、当初は多くの漏水箇所が見つけれ修復されても復旧率の向上にはつながらず、一定期間を過ぎて初めて復旧率は急向上しました。初期の漏水確認・補修は幹線部分であり、中期以降は支線・末端です。農家に、こうした特性を説明しておけば、「復旧の遅れ」に対する理解につながるでしょう。

2. 農家への情報伝達

復旧が夏場にさしかかると水稻の生育状況によって水利用への需要が強くなります。幼穂形成期を控えていた被災地区の土地改良区には、農家から農業用水のパイプライン復旧率の問い合わせが多く寄せられましたが、土地改良区は「穂水までには間に合う」との全般的な回復見込みを返答することで通しました。これは、ある被災市町村では水道の復旧において地区別復旧率の詳細な情報を流さなかったことが住民の不満を抑制する効果をもったとされたのに習ったものでした。復旧率の具体的な数値を公表すれば、未回復地区の不満を強めることになると判断した結果の選択でした。こうした対応の結果、土地改良区には問い合わせはあったものの、農家に安心感を与えました。

情報の適切な把握と開示・伝達の方法の是非を今後検討する上で参考になる事例です。

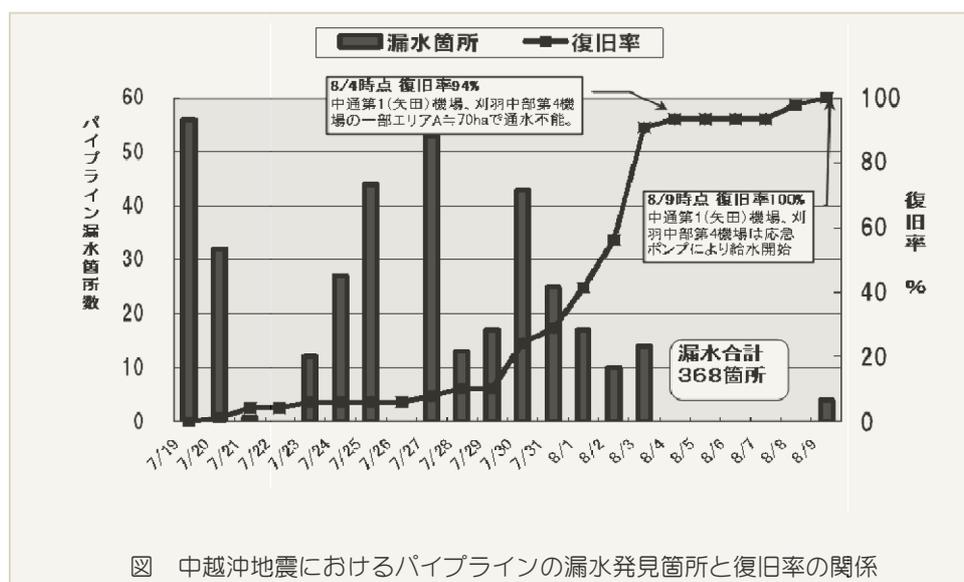


図 中越沖地震におけるパイプラインの漏水発見箇所と復旧率の関係

[参 考]

柏崎地域振興局農業振興部：中越沖地震 H19. 7. 16 10:13 発生 ～対応記録集～ 2008. 1

4 3 1 2 パイプラインの復旧には人手が必要

作付け期のパイプラインの復旧においては、短期の即応的対策が求められることや、通水試験→復旧工事→通水試験を繰り返す必要があることから待ち時間を生じるため、多くの人手を確保する必要があります

パイプライン灌漑地区で震災が発生した場合、水掛かりの基礎となるポンプ場を単位として、すべての管網の破損確認が必要になります。このため、かんがい面積が大きいほど確認延長が長くなります。また、同一区域では水稻の生長も同様であるため、区域毎に同時復旧を目指すことが大切です。

通水試験では、短期に終える必要があるため、多くの人員を集中的に投入し、破損箇所の特特定が必要となります。中越沖地震では、下表のような多くの応援人員を得ることができたおかげで、地震直後の調査を乗り切ることができました。

パイプラインの復旧においては、通水試験による被災場所の検出と復旧工事を繰り返しながら徐々にネットワークを修復していくこととなります。このため、通水試験で被害を発見したあとに復旧工事を行うという作業の切り替え時に作業員の待ち時間が生じてしまいます。これが長くなると、時間を浪費することになるため、調査班と復旧班の作業を全域で調整して、待ち時間をできる限り短縮する工程管理が求められます。

パイプラインの復旧工事を査定前着工で実施する場合、施工業者に、一連の作業が査定設計書の積算の根拠として使用できるよう写真等の整理を指導する必要があります。特に、多くの班が投入される場合は、作業の留意点を文書にして配布するなど工夫が必要です。

表 中越沖地震における通水試験の応援人員(7月19日～8月4日)

機関名	延べ人数
国営柏崎周辺水利事業所	20
新潟県土地改良団体連合会	4
管外土地改良区	30
新潟県柏崎農業振興部	45
新潟県柏崎管外農林(業)振興部	59
計	158

[参 考]

柏崎地域振興局農業振興部：中越沖地震 H19.7.16 10:13 発生 ～対応記録集～ 2008.1

参考437 通常と異なる費用発生が生じた応急本工事

中越沖地震では、パイプライン等の応急本工事を実施しましたが、査定額と実工事費の間に差異を生じ、地区全体では充当率： $(\text{工事費から事務費を除いた額}) / (\text{契約額})$ が79%程度に止まりました。応急本工事では通常通りの工事施工ができないため、費用の発生形態が異なるのです。

1. 応急工事の実施に伴う査定額と実工事費との差異

中越沖地震の発生は7月16日で、出穂日前のかがい期であったため、稲の成育に及ぼす影響をできる限り少なくする必要がありました。

そこで、柏崎農業振興局管内では、用水パイプライン応急工事箇所21件（旧柏崎市5件、旧西山町5件、刈羽村11件）の災害箇所申請を行い、災審査定を受けましたが、査定額と業者見積額・実工事費には大きな開きが生じました。管内全体では、査定額に対して実工事は約20%、金額にして221,123千円（104,406.5千円－82,283.5千円）が充当されませんでした。

2. 差異が生じる理由

査定額と差異が発生する理由として、以下のような事項が指摘されています。

- ① 査定設計額を積み上げる積算システムは、あくまで標準作業日数で構成されている
- ② 管布設コードは継手接合の労務費を含んでいるものの、実態と合っていない
- ③ 工事は、破損箇所を1箇所ずつ修復していく非常に時間のかかる作業である
- ④ 確認を繰り返しながらの作業のため、作業員、機械の待機が必要となり、拘束時間がかさむ

下表は、柏崎管内における一地区の工事費内訳について、査定額と業者見積額を比較したものです。ここで注目されるのは、機械・機材費および労務費・諸経費が査定額と異なることであり、上記の指摘事項を裏付けています。

3. 今後の検討事項

査定設計額は土地改良工事積算基準に基づいていますが、これは標準的な工事日数、機械運転時間等を前提としています。しかし、中越沖地震の経験では、パイプラインの復旧工事等では、早急な対応求められる一方で、機材の配置がスムーズに行かず、待ち時間を生じるなど非常に時間と労力が必要で、標準的な作業ができませんでした。大規模災害の応急工事の実態に見合った積算のあり方の検討が求められています。

表 北潟石東部地区の費用比較

査定額		業者見積額	
種別	金額	種別	金額
直接工事費①	3,174,000	直接工事費	4,856,034
土工	743,000	労務費	1,444,000
管水路工	1,031,000	材料費	1,067,000
付帯工	75,000	機械・機材費	2,055,000
仮設工	1,301,000	付帯工	77,000
産廃工	24,000	仮設工	195,034
産廃工	24,000	産廃工	18,000
諸経費②	2,202,000	諸経費	2,787,966
本工事費A=①+②	5,376,000	本工事費B=①+②	7,644,000

$$A - B = 2,268,000$$

$$\text{充当率} = (\text{工事費から事務費を除いた額}) / (\text{契約額}) = 70.3\%$$

水路の被害



支線用水路の崩壊／改修は道路と一体的に進める必要がある／04. 10. 29／小千谷市両新田周辺



排水路に突き出した塩ビの集水渠／排水路は埋没している／04. 11／小千谷市両新田周辺



自動給水柱柵の傾斜／給水柱自体の被害は目視では分からない／04. 10. 29／小千谷市小栗田周辺



液状化で破壊されたパイプラインが農地内に露出している／05. 05. 21／川口町和南津



豪雨によって復旧した排水路が再び水害を受けようとしている／05. 06. 28／小千谷市両新田周辺



幹線排水路の法面崩壊／04. 10. 29／小千谷市高梨周辺