# 平成 15年(2003年)十勝沖地震の農地被害報告

Report of Farm Land Damage due to "The Tokachi-Oki Earthquake in 2003"

# 宗 岡 寿 美 田 頭 秀 和 计 辻

修 土 谷 富士夫 矢 沢 正 士 † † †

(MUNEOKA Toshimi) (TAGASHIRA Hidekazu)

(Tsuji Osamu)

(TSUCHIYA Fujio)

(YAZAWA Masao)

# I. まえがき

平成15年(2003年)9月26日午前4時50分ごろ,北海道十勝沖(北緯41°46.5′,東経144°04.9′,深さ約42km)を震源とする気象庁マグニチュードM8.0かつ最大震度6弱の地震が発生した。さらに、同日午前6時08分ごろにもM7.1かつ最大震度6弱の最大余震が発生した。同日,この地震は「平成15年(2003年)十勝沖地震」と命名された。今回の地震により、北海道はもとより東北・関東などの広範囲に震度(揺れ)が観測された。とくに、北海道東部地域(十勝・釧路・根室・網走管内)をはじめ日高・胆振管内などを中心として、家屋はもとより道路、橋梁、河川、港湾および農地・農用施設などにも多くの被害がもたらされた1~30。

農業土木学会北海道支部では矢沢正士支部長(当時)が中心となり、帯広畜産大学および(独)北海道開発土木研究所とともに被害調査の検討に入った。同時に、農業土木学会本部とも協議の上、「農業土木学会十勝沖地震農地・農用施設被害調査団」を結成した4)。

地震直後より早速調査を開始するに当たり、農地被害の調査は震源に最寄りの研究機関である帯広畜産大学が主に担当した。また、農用施設被害については農用施設(とくに構造物)の専門家を有する(独)北海道開発土木研究所が中心となり調査が進められた。さらに、北海道開発局帯広開発建設部、北海道十勝支庁および北海道網走支庁をはじめとする行政諸機関にも資料・情報などの提供を積極的に依頼した。

この報告では、「平成 15年(2003年)十勝沖地震」で発生した農地・農用施設被害のうち、主として十勝管内で調査した農地被害状況についてまとめた。とくに、液状化による噴砂土の土質試験、暗渠管の断裂被害調査の結果を記録として残すとともに、今後の大地震における農地被害の参考資料を提供することを目的とする。

# II. 十勝沖地震と北海道東部地域の特徴

これまで、「十勝沖地震」と命名された大地震は今回 を含めて3回ある(表-1)。このうち、昭和27年(1952 年)3月4日に発生した十勝沖地震はM8.2かつ最大震 度5であった5,60。また、昭和43年(1968年)5月16日 に発生した十勝沖地震は M 7.9 かつ最大震度 5 であっ た<sup>7)</sup>。これら3回の地震はいずれも規模(M7.9~M8.2) が非常に大きく、午前中に発生していることが共通点で ある。とくに、昭和27年と平成15年における震源地 (震央)および震源の深さがほぼ一致している。上記の十 勝沖地震以外にも,たとえば平成5年(1993年)1月15 日に発生した釧路沖地震(M 7.8 かつ最大震度 6)や平成 6年(1994年)10月4日に発生した北海道東方沖地震(M 8.2かつ最大震度 6) などは記憶に新しい。このように、 太平洋側に位置する北海道東部地域では、M8.0規模か つ震度5~6程度の大地震が比較的頻繁に発生してきた ことがわかる。

地震規模(M 8.0)を指標として今回の大地震をみると、たとえば平成7年(1995年)に発生した兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災、M 7.3)や平成12年(2000年)鳥取県西部地震(M 7.3)などと比較してかなり大きな地震である。にもかかわらず、今回の地震による行方不明者は2名、負傷者も849名にとどまり、人命に対する被害はきわめて少なかったといえる。

表-1 これまでの十勝沖地震

発生年月日	時刻	震	史	震源の 深さ	マグニ チュード	最大	死者 不明者
光生平月日	h4.3/1	北緯	東経	(km)	チュード	震度	(名)
1952.3.4 (昭和27年)	10:23	41°48.0′	144° 08. 0′	45 (±10)	M 8. 2	5	33
1968.5.16 (昭和43年)	9:48	40° 44. 0′	143° 35. 0′	0	M 7.9	5	52
2003.9.26 (平成15年)	4:50	41°46.5′	144° 04. 9′	42	M 8.0	6弱、	2

出典:気象庁公表データおよび引用文献1~7)を整理

十勝沖地震, 農地被害, 液状化, 噴砂土の物理 性, 暗渠管の断裂, 地すべり

<sup>「</sup>带広畜産大学畜産科学科」「「(独)北海道開発土木研究所 「「北海道大学大学院農学研究科

<sup>#-73</sup>K

理由の1つとしては、冬期間寒冷少雪の気候を呈する 北海道東部地域特有の住宅構造が考えられる。いわゆる 「寒冷地仕様」の住宅は、①凍上抑制対策として住宅の 基礎コンクリートが地中深くまで打設されていること、 ②寒さ対策としての断熱工法など家屋自体が丈夫に造ら れていることに加えて、③雪対策のために瓦屋根を使用 していないなどの特徴を有する。このため、都府県にお ける一般的な住宅と比較して構造上優れており、耐震上 もある程度の効果を発揮しているものと推察される。ま た、今回の大地震が早朝(午前4時50分ごろ)に発生し たため、多くの人々が自宅の中にいたことも理由の1つ としてあげられる。

一方,前述したように,家屋(住宅)の倒壊に加えて床下床上浸水,土木構造物の破壊などといった被害は認められたが,地震の規模(M8.0)からみるとこれらの被害は比較的小さいように思われる。寒冷少雪地域では土木構造物の凍上抑制対策に関する仕様が規定されているため,土木構造物自体がさまざまな外力に対してより大きな強度を得られるように設計されていることも一因であろう。

# III. 平成 15 年(2003 年)十勝沖地震の 農地被害

### 1. 十勝管内における十勝沖地震の農業災害

北海道十勝支庁農業振興部でまとめられた「2003 年十勝沖地震災害地区一覧表」によれば、十勝管内における農業関係の災害地区は合計 16 地区(農地 5 地区、施設11 地区)、被害額は 200,900 千円にのぼる(表-2)。市町村別にみると、池田町で 10 地区、豊頃町で 2 地区、浦幌町では 4 地区である。

このうち十勝管内の農地災害は池田町で1地区,浦幌町で4地区の計5地区であり,被害額は17,100千円と

表-2 十勝沖地震における災害地区および 被害額(農地・農用施設関係,十勝管内)

事業主体	地区数		工種	被害額(千円)
[農地:5地  池田町 浦幌町	区] 1地区 4地区	}	農地	17, 100
[施設:11 地 池田町 豊頃町	1区] 9地区 2地区	}	水路 (排水)	183, 800
[総合計:16 池田町 豊頃町 浦幌町	地区] 10 地区 2 地区 4 地区	}		200, 900

出典:北海道十勝支庁農業振興部より提供

比較的少額にとどまった。ちなみに、施設災害は池田町で9地区、豊頃町で2地区の計11地区にのぼり、主に水路(排水)を対象とした被害額は183,800千円であった。以降、ここでは農地災害(被害)に関する調査結果を中心に報告する。

# 2. 液状化による噴砂土の物理的性質

今回の十勝沖地震における農地被害の特徴として、液状化による噴砂現象が各地の農地(圃場)で認められた。このことにより、たとえば十勝管内豊頃町では、生育初期のコムギ(秋播)が埋没するなどの被害を受けた。また、網走管内端野町では、噴砂に伴う圃場の大陥没や草地の地すべり被害などが発生した。

いま、十勝管内豊頃町内(十弗), 同浦幌町内(朝日)および網走管内端野町内(協和)の圃場で発生した3種類の噴砂土について各種の土質試験に供した。項目は、土の粒度試験(JIS A 1204), 土粒子の密度試験(JIS A 1202)および土の強熱減量試験(JIS A 1226)である。これら液状化による噴砂土の物理的性質を表-3に示す。

十勝管内の十弗および朝日における噴砂土は、土粒子の密度のみならず有機物含有量とも比較的類似した値を示す。粒度についてみるとシルトと砂が全体の95%以上を占めている。一方、網走管内の協和における噴砂土は礫混じりであることに加えて、土粒子の密度および有機物含有量はほかの2地点よりも小さい。

3種類の土の粒度分布をみると(図-1),十弗・朝日で噴砂した土はきわめて類似しているが、協和の噴砂土は粒度分布からみても前者2地点とは明らかに異なる。このように、同じ地震に伴う液状化に起因した噴砂土であっても、粒度分布などの物理的性質は発生地域の違いなどにより一様ではない。

# 3. 地すべりと暗渠管の断裂被害

表-2に示すように、十勝管内における農地災害(全5地区)のうち4地区が浦幌町内(とりわけ旧浦幌川沿いの泥炭地)で発生しており、これらのほとんどで旧浦幌川

表-3 液状化による噴砂土の物理的性質

		十勝	管内	網走管内
土質試験		豊頃町 (十弗)	浦幌町 (朝日)	端野町 (協和)
	(嚛	0.0	0.0	10.4
粒度	砂	52.4	38.2	50.7
(%)	シルト	44.3	59.1	30.8
	粘土	3.3	2.7	8.1
	子の密度 cm³)	2.659	2.665	2.510
	]含有量* %)	4.3	4.3	3.4

<sup>\*</sup>強熱減量法による

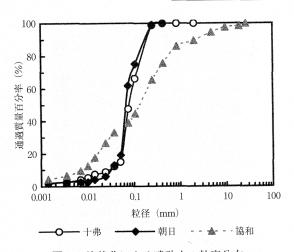
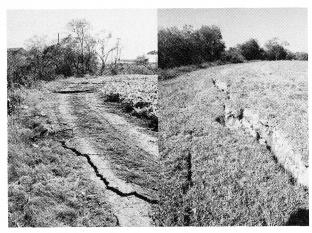


図-1 液状化による噴砂土の粒度分布

と平行に圃場が亀裂を生じている(**写真-1**(a)(b))。ここでは、暗渠管の断裂被害に関する詳細調査を実施した浦幌町内の農地災害地区(朝日 3)の状況について報告する。

まず、この地区の被災状況の1つをみると(**写真-2**)、 圃場が大きく亀裂して段差を生じたため農作業機械の圃 場への進入が不可能になっていた。幸いにも被災面積が 小さく、自治体・農協職員を動員して人力による収穫作 業が行われ、栽培作物(テンサイ)の収穫量の減少は最小 限に抑えられた。

いま,**写真-2**をみる限りでは、地震により圃場面が 鉛直下方に陥没したようにみえる。そこで、亀裂の発生 方向と平面的に垂直方向に埋設されている暗渠管を対象 として、亀裂箇所との交差位置を試掘した(**写真-3**)。こ の結果、振動には比較的強いとされるポリエステル製の 暗渠管がちょうどソケットの部分で断裂し、水平方向



(a)畑地の亀裂

(b)草地の亀裂

**写真-1** 圃場の被災被害 ((a)(b)とも写真左側が旧浦幌川サイド)

(旧浦幌川方向)にも鉛直方向(下方向)にもそれぞれ30cm程度移動していた(**写真-4**)。すなわち,今回の地震によりこの圃場ではおよそ45°の角度で下方(旧浦幌川



写真-2 圃場の被災状況 (写真右下側が旧浦幌川サイド)

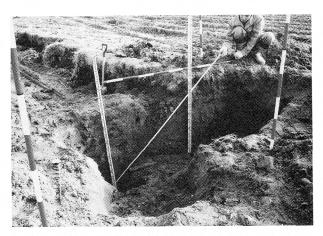


写真-3 暗渠管埋設位置の試掘状況 (写真左下側が旧浦幌川サイド)



写真-4 暗渠管の断裂被害 (写真左側が旧浦幌川サイド)

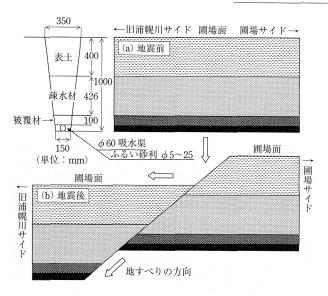


図-2 暗渠管の埋設断面図と地すべりの状況(模式図)

方向)に地すべりが発生したと考えられる。こうした地震前後における圃場の地すべり状況について、暗渠管埋設断面図とともに模式的に示す(図-2(a)(b))。



写真-5 暗渠管埋設位置の陥没状況



写真-6 地割れによる暗渠管の沈下



写真-7 暗渠管の断裂被害 (写真下側が旧浦幌川サイド)

次に、同じ地区内(別の被害箇所)では、暗渠管が埋設されている部分の上方(圃場面)が亀裂方向と平面的に水平方向に陥没しており、暗渠施工時の埋め戻し土が大地震によって締固められたようにみえる(写真-5)。しかし、この箇所を試掘すると、暗渠管のみが埋設深よりもさらに20cm程度も沈下していることが確認できる(写真-6)。このことは、埋め戻し土の転圧不足による圃場面の陥没ではなく、暗渠管の埋設部分にちょうど地割れが発生して暗渠管のみが沈下したことを意味している。また、この箇所でも暗渠管のソケット部分が断裂しており(写真-7)、図-2(a)(b)にみられるような旧浦幌川方向への地すべりによるものと考えられる。

以上より、被災農地における既設暗渠管の断裂被害は 地震によって単に圃場が鉛直下方に陥没したのではな く、地すべりや地割れによって発生していたことが確認 された。今回の農業災害(とくに農地災害)を金額的にみ ると比較的小規模な被害と位置づけられるであろう。し かし、十勝地方のように大地震の多発地帯では、泥炭地 のような支持力の小さい軟弱地盤における暗渠施工の方 法については今後さらなる検討を要する。

### IV. あとがき

この報告では、平成15年(2003年)十勝沖地震で発生した農地・農用施設被害のうち、農地被害に関する調査結果についてまとめた。農用施設被害に関する調査結果については別途報告する。

この報告の作成に当たり,北海道開発局帯広開発建設部,北海道十勝支庁および北海道網走支庁の関係各位に

は、調査・資料提供などにおいて大変お世話になった。 また、噴砂土の土質試験および暗渠管の断裂被害調査に は、帯広畜産大学大学院生・持田和寿氏および松永道彦 氏(当時)をはじめ、同大学の学部学生・林健太郎氏、早 川智子氏(以降, 当時), 中尾真衣氏, 安村圭氏, 藤本晃 義氏および袋裕一氏に多大なご協力をいただいた。以上 の各位に対して感謝の意を表するとともに、この場をお 借りして心よりお礼を申し上げる。

### 引 用 文 献

- 1) 北海道開発土木研究所:平成15年(2003年)十勝沖 地震被害調查報告, 北海道開発土木研究所月報特別 号, 70 pp. (2003)
- 2) 地盤工学会 2003 年十勝沖地震地盤災害調査委員会: 2003年十勝沖地震地盤災害調査報告書, 131 pp.
- 3) たとえば北海道豊頃町:平成15年十勝沖地震,37 pp. (2004)
- 4) 農業土木学会十勝沖地震農地·農用施設被害調査団 (文責: 辻修・宗岡寿美): 国内ニュース, 速報: 2003 十勝沖地震による農地および農業施設の被害調 査,農土誌 72(2),口絵写真および pp.61~62(2004)
- 5) 中央気象台:驗震時報 昭和27年3月十勝沖地震調 查報告 17(1·2), 135 pp. (1953)
- 6) 北海道開発局土木試験所:土木試験所彙報4,十勝 沖地震調査報告, 88 pp. (1952)
- 7) 北海道開発局土木試験所:土木試験所報告49,1968 年十勝沖地震被害調査報告, 95 pp. (1968)

[2004.8.22. 受稿]

### 宗岡 寿美

# 略 1968年 北海道に生まれる



1992年 帯広畜産大学農業工学科卒業

1995年 北海道大学大学院農学研究科修士課程修了 1998年 帯広畜産大学助手 現在に至る

### 田頭 秀和



1967年 福岡県に生まれる

1990年 京都大学農学部農業工学科卒業

1992年 京都大学大学院農学研究科修士課程修了 農林水産省に入省

農業工学研究所などを経て

2003年 (独)北海道開発土木研究所主任研究官

現在に至る

### 辻 修



1955年 香川県に生まれる

1978年 带広畜産大学農業工学科卒業

1980年 帯広畜産大学大学院畜産学研究科修士課程

修了

1982年 帯広畜産大学助手

1996年 带広畜産大学助教授

現在に至る

### 土谷富士夫



1946年 北海道帯広市に生まれる

1970年 北海道大学農学部農業工学科卒業

1971年 带広畜産大学助手

1984年 带広畜産大学講師

1986年 帯広畜産大学助教授

1995年 帯広畜産大学教授 現在に至る

### 矢沢 正士



1943年 北海道に生まれる

1965年 北海道大学農学部農芸化学科卒業

北海道大学農学部助手

1988年 北海道大学農学部助教授

1999年 北海道大学大学院農学研究科教授

現在に至る

# 平成 15年(2003年)十勝沖地震の農用施設被害報告

Report of the Damage of Agricultural Facilities due to "The Tokachi-Oki Earthquake in 2003"

# 田頭秀和京岡寿美竹辻

(TAGASHIRA Hidekazu) (MUNEOKA Toshimi)

(Tsuji Osamu)

(Tsuchiya Fujio)

(YAZAWA Masao)

# I. まえがき

平成 15 年(2003 年)9月 26 日未明に発生した平成 15 年(2003 年)十勝沖地震により、農地および農用施設の一部に被害が発生した。本報では、文献<sup>1)~4)</sup>を対象に再構成および若干の加筆等を行い、既報<sup>5)</sup>の続報として「農業土木学会十勝沖地震農地・農用施設被害調査団」の農用施設の被害に関する調査結果を報告する。

# II. 農用施設被害の概要

農用施設の被害として、ダム1ヵ所、ため池3ヵ所、頭首工2ヵ所、パイプライン3ヵ所、開水路19ヵ所、合計28ヵ所が報告された(表-1)。1968年十勝沖地震では、用水路25路線、排水路25路線、機場17ヵ所、農道その他13ヵ所、合計80ヵ所(路線)が報告されている60。これに比べると被害箇所数が少ない結果となった。また、いずれも比較的軽微な被害であった。図-1に被害箇所の位置図を示す。震源に近い十勝地方に集中しているが、遠方にも被害が及んでいる。

ダムでは,幕別ダムの地山ブランケット保護層の一部 で被害が生じた以外は,被害は認められなかった。

ため池については、堤体の被害は発生しなかった。1 カ所は温水ため池であり、隔壁の一部が傾斜した。残り 2カ所では、洪水吐の堤体側側壁の傾斜が発生した。

頭首工は2ヵ所とも,転倒ゲートが傾斜・転倒する被

空知		2			1	3
胆振		1				1
日高					1	1
十勝	1		1	3	12	17
施設別小計	1	3	2	3	19	28

†(独)北海道開発土木研究所 ††帯広畜産大学畜産科学科 †††北海道大学大学院農学研究科

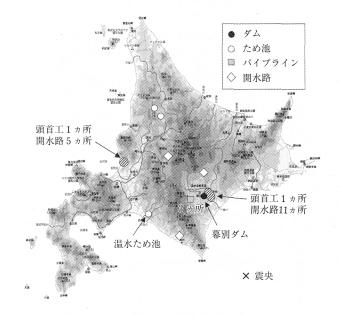


図-1 被害箇所位置図

害を受けた。

パイプラインの大多数の路線では被災は認められなかった。被災の特徴として,道路横断部のクランク構造で地下埋設した継ぎ手の脱着・漏水,震動による継ぎ手部からの高圧水の漏水・埋め戻し土の噴出,埋め戻し部位の陥没や地割れなどが挙げられる。

開水路では、側壁の転倒や連結ブロックの浮上などが 発生した。

## III. 代表的な事例

被災施設の中から、ダムとパイプライン各1事例について、被害状況と復旧方法等を述べる。

# 1. 幕別ダム

(1) 被害状況 幕別ダムは震央から約 160 km の距離に位置する。表-2 にダムの諸元を,表-3 に観測された地震波の最大加速度一覧を示す。また,そのうちの上下流方向の波形を図-2 に示す。

\*\*\*\*\* 十勝沖地震,農業用施設被害,液状化,フィルダム,パイプライン

		7000
位置	-	北海道中川郡幕別町字日新
地質	_	砂岩・泥岩互層
	流域面積	9.1 km²
貯水池	湛水面積	$0.29~\mathrm{km^2}$
奸水他	総貯水容量	2, 300, 000 m <sup>3</sup>
	有効貯水容量	2,000,000 m <sup>3</sup>
	型式	均一型フィルダム
#8 Ab-	堤高	26.9 m
堤体	堤頂長	335.0 m
	堤体積	868, 000 m <sup>3</sup>

表-2 幕別ダム諸元

表-3 観測地震波の最大加速度(幕別ダム)

震央から の距離	設置年	地震計 設置位置	地震計設置 標高(m)	方向	最大加速度 (10 <sup>-2</sup> m/s²)
	2003年	左岸地山 (仮排水ト ンネル内)	58.6	上下流	135.1
-				ダム軸	173.1
1001				鉛直	140.7
160 km		堤体天端	81.8	上下流	251.6
				ダム軸	216.5
				鉛直	176.9

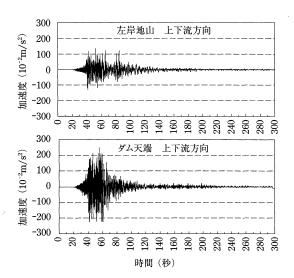


図-2 観測された地震波(幕別ダム)

図-3に平面図を示す(変位観測線については(3)で述べる)。本ダムは、堤体上流側の地山にブランケットが擦りつく構造になっており、その上部には砂礫から成る地山保護層が約2m厚で配されている(図-4)。その一部(図-3に①~④で示す4ヵ所)に地山保護層下層部を境とするズレが発生した。地震発生時は試験湛水中であり、貯水位標高は69.9mであった。

(2) 被害原因に関する調査・検討 本ダムでは諸条件から設計震度 K=0.20 としているが、表-3 の左岸地山での最大加速度を用いると K=0.22 となり、設計値以上(約1.1倍)の揺れが発生していたことがわかる。

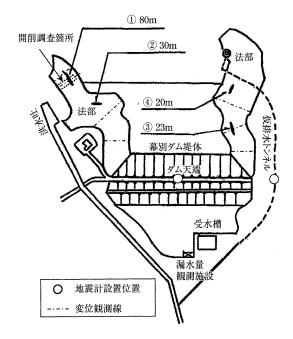


図-3 幕別ダム平面図・地山保護層被害状況見取り図 (①~④の数字(m) はズレの長さを示す。)

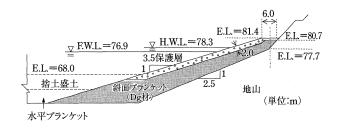


図-4 幕別ダム斜面ブランケット標準断面図

保護層のズレは、EL.70.0~EL.71.0 m の間の斜面にほぼ水平に発生している(**図-3**)。貯水履歴の最高水位が71.0 m (保 持 期 間:2003 年 5 月 1 日~5 月 30 日)であり、地震発生時の貯水位が69.9 m であったことと符合するため、保護層およびブランケットの水分状態から何らかの影響を受けた可能性がある。

保護層材には現地採取の河床砂礫を用いている。フィルター則や必要な層厚を考慮し、全層厚 2.00 m を上層 (粒径 150 mm 以上、層厚 0.60 m)、中層(粒径 50~150 mm、層厚 0.60 m)、下層(粒径 0~50 mm、層厚 0.80 m)の 3 層で構成している。図-5 に斜面ブランケット材 (Dg 材)と保護層材の粒径加積曲線を示す。下層の透水係数は盛立て時の現場透水試験で 10<sup>-3</sup> (cm/s)オーダーであった。

被害状況の精査と原因確定のため、ズレが認められた 保護層(図-3中の①の部分。写真-1)の開削調査が実施 された。結果概要図を図-6に示す。その結果、保護層 下層部から上側でズレが発生していること、斜面ブラン

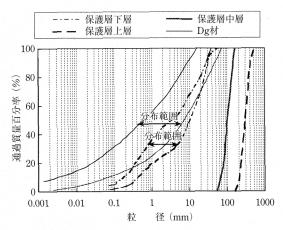


図-5 粒径加積曲線(幕別ダム斜面ブランケットおよび保護層)

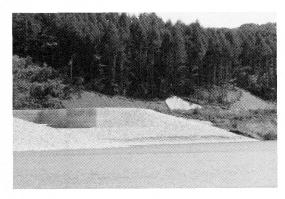


写真-1 幕別ダム洪水吐呑口部付近(図-3中の①)の被災状況(対岸から望む)

ケットにはダメージが及んでいないことが確認された。 地震発生後の保護層の密度状態を調べるために、保護 層下層を対象に水置換法による現場密度試験を実施し た。その結果、無被害箇所に該当する斜面上部では設計 値を満足した値が得られたのに対し、被害箇所では設計 値を下回る箇所があり、特に斜面中腹(被害箇所の上部) ではその傾向が大きく認められた(表-4)。被害箇所(斜 面中腹および斜面水面付近)の現場密度の最小値と平均 値の2種類で供試体を作製して三軸CD試験を実施した 結果得られた内部摩擦角は、後者は設計値を満足するも のの、前者は下回り、現状のままでは保護層の充分な安 定性を確保できないことが分かった(表-5)。

(3) 復旧方法 被害箇所の内部摩擦角を  $39.0^{\circ}$  としてスライス法による復旧部保護層の安定計算を実施したところ、安全率  $F_{\circ}$ =1.15 を得た。当ダムは試験湛水中であったが、安全率の不足分が小さいこと、それが現場最小密度における内部摩擦角  $(=39.8^{\circ})$  を採用するよりも安全側の評価を行った結果であること、ズレ発生部が地山斜面ブランケット保護層であり、暫定的な復旧でも当面はダム安全上大きな問題にならないこと、目視で確

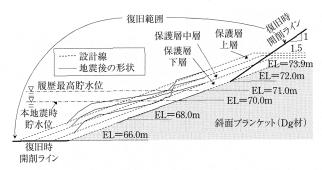


図-6 幕別ダム洪水吐呑口部付近斜面の開削断面と復旧範囲

表-4 現場密度試験結果

	乾燥密度(t/m³)			
調査位置	現場試験結果 (水置換法)	設計値		
斜面上部 (無被害)	2.08~2.12 平均值:2.10			
斜面中腹 (被害箇所上側)	1.97~2.03 平均値:2.00	2.01 (安全率:1.2)		
斜面水面付近 (被害箇所下側)	2.00~2.03 平均值:2.02			

表-5 三軸 CD 試験結果

供試体密度	内部摩擦角(゜)			
$(t/m^3)$	三軸 CD 試験結果	設計値		
1.97 (現場密度試験 結果の最小値)	39.8	41.0		
2.01 (現場密度試験 結果の平均値)	41.1			

認できない被害箇所の有無は、試験湛水を継続しながら慎重に挙動を監視することで確認するのが良いと考えられることなどから、暫定的な復旧を行って試験湛水を継続・完了し、その後に本復旧を行うこととした。暫定復旧は、被災箇所の保護層の除去・再配置による原状復旧とした。除去部の切土勾配を1:1.5とするため、復旧範囲は図-6のようになる。暫定復旧に用いる保護層各層の材料は被害箇所に現存する材料の転用を基本とし、下層でブランケット材の混入が認められる部分は除去し、購入材で補充した(写真-2)。

挙動監視体制は、図-3中に示すように変位観測線を7本設定し、週に1回の頻度で挙動観測を行うこととした。その結果、ズレ発生箇所を含む観測線と含まない観測線との間に有意な差異は認められず、平成16年10月8日をもって試験湛水を終了した。

### 2. 美生第1号幹線(パイプライン)

(1) 被害状況 今回の地震により、芽室町では震度 5 弱の揺れが観測された。その結果、国営かんがい排水



写真-2 暫定復旧完了後の状況(平成 15 年 10 月 30 日)

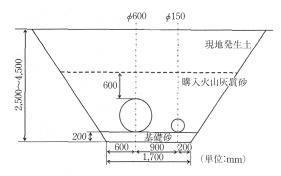


図-7 芽室地区美生第1号幹線標準断面図

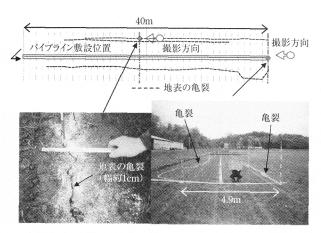


図-8 美生第1号幹線被災状況例(帯広農業事務所提供)

事業芽室地区内に所在する美生第1号幹線用水路で,管継手の直上付近で埋め戻し材(購入による良質な火山灰質砂)の噴出が規則的に発生した(被災延長約110 m)。また,埋め戻し部分が沈下し,埋め戻し部と周辺地盤の境界部付近で縦断方向に亀裂が発生した。図-7に標準断面図を,図-8に被害状況の例を示す。

被災箇所の管種は DCIP B種 T型, 口径 700 mm, 継手の許容伸縮量は 3.3 mm, 地震発生時の静水圧は 0.8 MPa であった。

(2) 被害原因に関する調査・検討 被災用水路は平

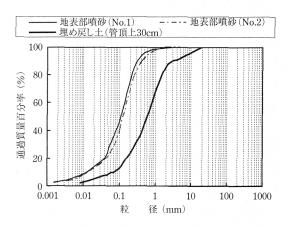


図-9 粒径加積曲線(美生第1号幹線被災箇所)

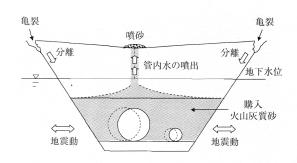


図-10 想定される噴砂・亀裂発生の原因

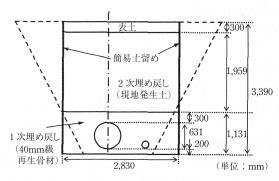


図-11 美生第1号幹線復旧後の設計断面

成8年度に当時の設計基準(平成元年施行)に基づいて施工された。その後、平成10年度に基準の改正が行われたが、大きな改正点は、地下水位、溝幅および地盤の土質等を考慮するようにしたことである。被災箇所は集水地形内にあって地下水位が高いため、新基準による評価では旧基準による評価よりも安全率が小さくなる。

本幹線は圃場区画形状に応じて各幹線・支線の大部分が直交するように敷設されている。被災箇所は敷設方向が地震波の進行方向とほぼ平行な路線であった。もう一つの被災が発生した別の幹線でも同じ結果が得られたことから、敷設方向と地震波の進行方向との位置関係が被

害に関連している可能性が考えられる。なお,1968年十勝沖地震では、開水路の敷設方向が地震波の進行方向に対して平行に近付くほど被害延長が大きくなることが報告されている<sup>6</sup>。

被災箇所で開削調査を行い、地表部の噴砂と管頂上30 cm 地点の埋め戻し土の粒度試験を行った(図-9)。開削調査の結果、管体に異常は認められず、再通水を行っても漏水等の異常は発生しなかった。液状化の痕跡も認められなかった。これらの結果から、噴砂の原因は液状化ではなく、地震による管体の揺れに伴って瞬間的に継手部に隙間が生じ、そこから管内の圧力水が周辺の埋め戻し土と共に地表まで噴出したものと考えられる(図-10)。継手部の変形や伸縮が許容値以下であったため、その後は正常な状態に落ち着いたと推測できる。埋め戻し土と周辺地盤の境界部に発生した亀裂は、両者の剛性の違いによる分離が原因と考えられる。

(3) 復旧方法 噴出水による乱れ・緩みのために、 管体周りの埋め戻し土の強度不足の発生が懸念されたため、簡易土留め工法による復旧を行うこととした。従前 通りの火山灰基礎を用いた場合、従前の素掘溝条件下で 発生していたよりも大きなたわみ率が発生することが予 測された(平成10年度施工設計基準を適用して算出)。 その対策として、砂利基礎を採用した(図-11)。 謝辞

本調査に際しては、北海道開発局帯広開発建設部帯広 農業事務所および北海道農政部農村整備課防災災害グ ループの方々の全面的な協力を頂きました。謹んで謝意 を表します。

### 引用文献

- 1) 田頭秀和・宗岡寿美・辻 修・土谷富士夫・矢沢正 士:平成15年十勝沖地震における農用施設被害―農 業土木学会十勝沖地震農地・農用施設被害調査団報 告(II) ―, 第53回農業土木学会北海道支部研究発 表会講演集, pp.108~111(2004)
- 2) 地盤工学会 2003 年十勝沖地震地盤災害調査委員会:
  2003 年十勝沖地震地盤災害調査報告書,pp. 99~104
  (2004)
- 3) 北海道開発土木研究所:平成15年(2003年)十勝沖 地震被害調査報告,北海道開発土木研究所月報特別

号, pp. 52~55(2003)

- 4) 農業土木学会 03 十勝沖地震農地・農用施設被害調査 団:速報:2003 十勝沖地震による農地および農業施 設の被害調査,農土誌 72(2),口絵写真および pp.61 ~62(2004)
- 5) 宗岡寿美・田頭秀和・辻 修・土谷富士夫・矢沢正 士:平成15年(2003年)十勝沖地震の農地被害調査, 農土誌73(9), pp.23~27(2005)
- 6) 北海道開発局土木試験所:土木試験所報告 49, 1968 年十勝沖地震被害調査報告, pp.51~57(1968)

[2005.2.9. 受稿]

### 田頭 秀和

### 略を歴

1967年 福岡県に生まれる 1990年 京都大学農学部農業工学科卒業

1992年 京都大学大学院農学研究科修士課程修了 農林水産省に入省

農業工学研究所などを経て 2003年 (独) 北海道開発土木研究所主任研究官 現在に至る

### 宗岡 寿美



1968年 北海道に生まれる

1992年 帯広畜産大学農業工学科卒業

1995年 北海道大学大学院農学研究科修士課程修了

1998年 帯広畜産大学助手 現在に至る

辻 修



1955年 香川県に生まれる

1978年 帯広畜産大学農業工学科卒業

1980年 带広畜産大学大学院畜産学研究科修士課程

修了

1982年 帯広畜産大学助手

1996年 帯広畜産大学助教授

現在に至る

### 土谷富士夫



1946年 北海道帯広市に生まれる

1970年 北海道大学農学部農業工学科卒業

1971年 帯広畜産大学助手

1984年 帯広畜産大学講師

1986年 帯広畜産大学助教授

1995年 帯広畜産大学教授

現在に至る

### 矢沢 正士



1943年 北海道に生まれる

1965年 北海道大学農学部農芸化学科卒業

北海道大学農学部助手

1988年 北海道大学農学部助教授

1999年 北海道大学大学院農学研究科教授

現在に至る