



現地においては、積算基準で標準機械としている 16 t 湿地ブルドーザよりも大型の 21 t 湿地ブルドーザを利用し、表土剥ぎ～表土戻しの作業が実施され、当初懸念されていた「礫の影響で施工不能となる」状況は確認されなかった。

機械稼働時間の増加要因として本調査前に想定した礫の影響よりも、施工面積や区画形状、田差、湧水処理などによる作業の手戻り、工事中の降雨によるほ場条件の悪化による作業効率の低下が機械稼働時間増加の要因として考えられる結果となった。

特に、機械稼働時間が積算値の 1.5 倍以上になっている 7 ほ場については以下の要因により機械稼働時間が増加している。

・ No. 1

施工面積が 0.13ha と小さく、区画形状も多角形であり効率的な作業が困難であった。

・ No. 2

施工面積が 0.55ha と小さく、さらに降雨の影響で作業の手戻りが発生し、効率的な作業が困難であった。

・ No. 7・No. 8・No. 17

降雨の影響で工事期間が非常に長くなり、降雨後は作業の手戻りが発生し、効率的な作業が困難であった。

・ No. 21

湧水処理などにより作業の手戻りが発生し、効率的な作業が困難であった。

・ No. 24

現況平均田差が 1.14m と大きく、また、現況圃場が 12 枚(不整形)と多く、基盤切盛、基盤整地に時間を要し、効率的な作業が困難であった。

表Ⅱ-1 整地工機械稼働時間及び歩掛積算値と石礫量

ほ場番号	整備面積 ha	施工実績値							土地改良事業等工事積算基準			機械稼働時間		整地切土部 礫混在率 重量%	
		機械稼働時間 hr							機械稼働時間(積算値) hr			差 ①-② hr	倍率 ①/②		
		ブルドーザ							バックホウ 0.45m3 時間合計①	ブルドーザ 16t級	バックホウ 0.6m3 時間合計②				
		21t級	20t級	19t級	16t級	9t級	計	計							
1	0.13	2.5		14.0		3.5	20.0	1.0	21.0	8.9	0.3	9.2	11.8	2.28	1.9
2	0.55	49.5				22.0	71.5		71.5	39.2	1.2	40.4	31.1	1.77	1.9
3	0.62	44.5		10.0		4.5	59.0	10.0	69.0	45.0	1.4	46.4	22.6	1.49	5.8
4	0.63	32.0		15.5		7.0	54.5	10.0	64.5	44.0	1.4	45.4	19.1	1.42	5.8
5	0.85	63.0					63.0	10.0	73.0	59.9	1.9	61.8	11.2	1.18	3.5
6	1.06	91.5					91.5		91.5	82.8	2.8	85.5	6.0	1.07	11.0
7	1.63	167.5		23.5		35.5	226.5	18.0	244.5	139.2	6.7	145.9	98.6	1.68	3.3
8	1.49	174.5				7.0	181.5	27.0	208.5	110.1	3.3	113.4	95.1	1.84	なし
9	1.34	91.5				19.0	110.5	25.0	135.5	92.5	2.9	95.4	40.1	1.42	なし
10	0.53		37.3				37.3	14.0	51.3	41.9	1.4	43.3	7.9	1.18	21.2
11	0.76		35.5		32.5		68.0	15.0	83.0	56.7	1.9	58.6	24.4	1.42	21.1
12	0.61		23.0		20.5	16.0	59.5	9.5	69.0	48.7	2.0	50.7	18.3	1.36	0.7
13	1.02	78.5		18.5		18.0	115.0		115.0	91.3	4.7	96.0	19.0	1.20	0.7
14	1.52	154.5				23.5	178.0	39.0	217.0	223.0	26.6	249.6	▲32.6	0.87	11.5
15	1.41	109.0		13.5		23.5	146.0	6.5	152.5	123.7	5.6	129.3	23.2	1.18	43.7
16	0.90	62.0				15.5	77.5	27.0	104.5	75.8	3.1	78.8	25.7	1.33	なし
17	0.43	38.5				13.0	51.5		51.5	32.9	0.9	33.9	17.6	1.52	4.4
18	0.93	63.5				27.0	90.5		90.5	77.0	3.3	80.4	10.1	1.13	なし
19	0.81	60.5				17.0	77.5		77.5	105.6	11.1	116.7	▲39.2	0.66	9.0
20	0.83	63.0				20.0	83.0	9.0	92.0	73.5	3.7	77.2	14.8	1.19	なし
21	0.44	20.0		18.5		7.5	46.0	14.0	60.0	34.4	1.1	35.5	24.5	1.69	1.5
22	0.33	18.0				11.5	29.5		29.5	25.2	0.8	26.0	3.5	1.14	1.0
23	1.80	198.0				20.0	218.0	127.5	345.5	213.3	20.2	233.5	112.0	1.48	4.2
24	0.64	73.0		4.5		8.0	85.5	9.0	94.5	57.9	3.3	61.2	33.3	1.54	4.7
平均									122.9hr/ha			94.7hr/ha	28.2	1.30	

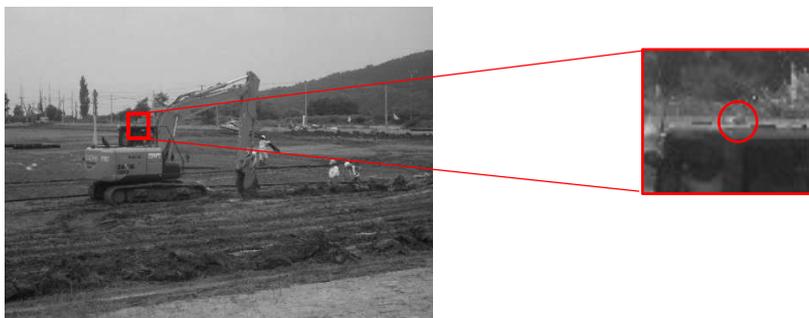
なお、No. 14、No. 19 の 2 ほ場については実績値が積算値を下回っているが、これらのほ場では気象状況と工事の進捗状況を勘案し、バックホウ、不陸整正車の作業に占める割合が多くなったことから作業時間が短縮したものと推察される。

### Ⅲ. 暗渠排水バックホウ掘削時間調査

#### 1. 調査方法

調査は、暗渠排水工ほ場（33 ほ場）において平成 26 年度から 28 年度の 3 か年で実施した。

暗渠排水工実施ほ場において、バックホウへの GPS 設置、作業日報の記載により、機械稼働時間の計測を行った。



写真Ⅲ-1 バックホウ GPS 取付け箇所

#### 2. 暗渠排水掘削機械稼働時間

現地で観測された施工実績値と「土地改良事業等工事積算基準」での積算値を示した。暗渠排水掘削については、定量的な条件ではなく、標準か“障害あり\*”で区分されている。本地区の暗渠排水掘削は、転石混じりを考慮して“障害あり”で積算されている。

標準と障害ありでは、“障害あり”の機械稼働時間が 30%割増（100m 当り 1.63 時間の積算）されている。

※障害あり：障害ありとは、過湿等により地盤状態が悪い又は、転石混じり・固い地盤等により連続した作業が期待できない場合である。

表Ⅲ-1 は、ほ場ごとの機械稼働時間実績値及び積算値(30%割増時間)との差、石礫量を表した一覧表である。

機械稼働時間の平均を見ると、実績値では 1.96hr/100m となっており、積算値の 1.20 倍の時間を要していた。

暗渠排水掘削時間の増加要因としては、礫の影響も要因の一つとして想定されるが、施工面積や区画形状・暗渠配線、工事中の降雨によるほ場条件の悪化による作業効率の低下が機械稼働時間増加の要因と考えられる結果となった。

特に、機械稼働時間が積算値の 1.5 倍以上になっている 5 ほ場については以下の要因により機械稼働時間が増加している。

- No. 10

本事業での暗渠施工が初めて実施されたほ場で、掘削方法（標準バケットからやや幅広バケットに変更）の検討が行われたことで時間を要した。

- No. 18・No. 19

降雨の影響で、ほ場内の移動に時間を要し効率的な作業が困難であった。

- No. 25・No. 29

施工面積が 0.3ha 程度と小さく、区画形状・暗渠配線も多角形であり効率的な作業が困難であった。

表Ⅲ-1 暗渠排水掘削機械稼働時間及び歩掛積算値と石礫量

ほ場番号	整備延長	実測値掘削速度	積算値との差	整地切土部レキ混在率(設計値)	バケット
	m	hr/100m	①/1.63he/100m	重量%	
1	149	2.35	1.44	1.90	標準
2	635	1.81	1.11	1.90	標準
3	492	1.73	1.06	5.80	標準
4	556	1.71	1.05	5.80	標準
5	848	1.71	1.05	3.50	標準
6	998	1.70	1.04	11.00	標準
7	1395	2.37	1.45	3.30	標準
8	1278	1.80	1.10	なし	標準
9	1189	2.06	1.26	なし	標準
10	588	2.59	1.59	21.20	やや幅広型
11	818	1.77	1.09	21.10	やや幅広型
12	978	1.43	0.88	0.70	標準
13	651	1.38	0.85	なし	標準
14	642	1.95	1.20	11.50	標準
15	705	1.28	0.79	43.70	標準
16	508	2.26	1.39	なし	標準
17	461	1.74	1.07	なし	標準
18	299	3.01	1.85	なし	標準
19	350	2.57	1.58	4.40	標準
20	506	1.78	1.09	なし	標準
21	388	2.32	1.42	なし	標準
22	739	1.76	1.08	9.00	標準
23	763	2.36	1.45	なし	標準
24	434	1.96	1.20	1.50	標準
25	342	3.65	2.24	1.00	標準
26	977	1.84	1.13	なし	標準
27	790	1.96	1.20	4.20	標準
28	508	2.17	1.33	4.70	標準
29	307	2.44	1.50	なし	標準
30	352	1.42	0.87	なし	標準
31	334	1.80	1.10	1.00	標準
32	314	2.07	1.27	なし	標準
33	280	2.32	1.42	なし	標準
平均		1.96	1.20		

※ 整地切土部レキ混在率：H26調査設計1業務の調査結果に基づき、 $\gamma_t=17\text{kN/m}^3$ とした場合の値。切土部基盤の75mm以上のレキ混在率。



標準バケット



やや幅広型バケット

写真Ⅲ-2 暗渠排水掘削使用バケット

なお、No. 12、No. 13、No. 15、No. 30 の 4 ほ場で施工実績値が積算値を下回った値となっているがこれは、掘削中に礫径の大きなものが少なかったことなど作業時間を増加する要因が少なく作業が順調に進んだものと推察される。

#### IV. 暗渠排水掘削土フルイ分け調査

##### 1. 調査方法

調査は、暗渠排水整備ほ場（26 ほ場）において平成 27 年度から 28 年度の 2 か年で実施した。フルイ分け実施ほ場において、バックホウ、クローラダンプへの GPS 設置、作業日報の記載により、機械稼働時間の計測を行った。



フルイ分け作業



場外への搬出

写真IV-1 フルイ分け作業状況

##### 2. フルイ分け施工時間と礫排出量

現地で計測されたバックホウによる時間当たりフルイ分け作業量と場外搬出量の減少率を示した（表IV-1）。

フルイバケットについては、フルイ目の違いによる作業効率の変化を確認するため、平成 27 年度はフルイ目：35mm×35mm、平成 28 年度：50mm×50mm と 50mm×100mm の 3 種類によるフルイ分けを実施した。

調査の結果、フルイ目 35mm×35mm の時間あたりの作業量は平均値で 8.74m<sup>3</sup>/hr、50mm×50mm は 13.36m<sup>3</sup>/hr、50mm×100mm は 22.54m<sup>3</sup>/hr となり、フルイ目 35mm×35mm と比較し 50mm×50mm では 1.5 倍、50mm×100mm では 2.9 倍に作業効率が向上した。

また場外への搬出量について、掘削土全量を搬出する場合と比較した場合、フルイ分け後の搬出量が 56.6～97.6%減少した。減少割合が高いほ場は、100mm 以上の礫は多いが含礫率の低いほ場であった。

表IV-1 時間当たりフルイ分け作業量と場外搬出量減少率

フルイ目 サイズ	フルイ分けm <sup>3</sup> 当り時間			場外搬出量減少率		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均
mm	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	%	%	%
35×35 (6ほ場)	9.16	8.47	8.74	92.2	56.6	71.3
50×50 (13ほ場)	18.00	7.57	13.36	97.1	65.4	75.3
50×100 (7ほ場)	35.40	20.26	22.54	97.6	65.7	72.9

※場外搬出量減少率

$$= 100 - \text{場外搬出礫量} / \text{掘削土フルイ分け作業量} \times 100$$

### 3. 工事費の比較

暗渠排水掘削土をフルイ分けし地区外へ搬出する場合と全量を地区外へ搬出する場合の工事費を比較した。

工事費の算定は以下の条件で行った。

#### 【フルイ分け実施】

バックホウ（フルイ分け）→バックホウ・クローラダンプ（場内積込、場外への搬出）  
→バックホウ・ダンプトラック（積込、地区外への搬出）

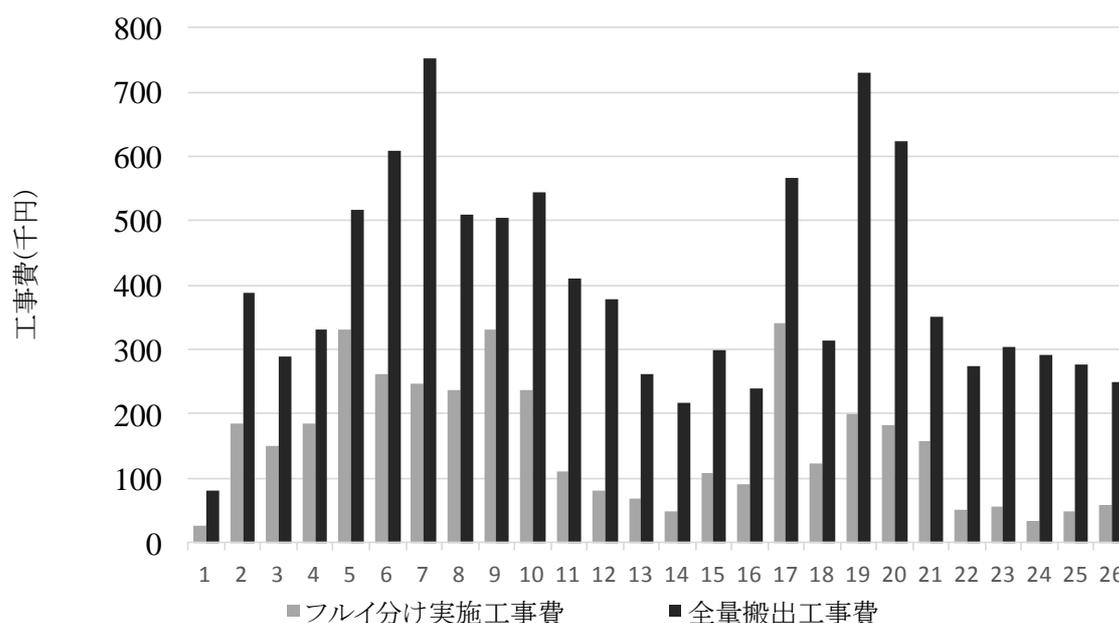
#### 【全量搬出】

バックホウ・クローラダンプ（場内積込、場外への搬出）  
→バックホウ・ダンプトラック（積込、地区外への搬出）

なお、工事費の算定に当り各施工機械の単価は、平成 28 年度の調査地区における設計単価を使用した。

フルイ分け実施工事費は作業実績から使用機械別の稼働時間を用いて算出した。また、掘削土全量搬出工事費は、使用機械別の稼働時間を排出土量から想定し算出した。

その結果、全量を地区外に搬出した場合、フルイ分け実施の 1.5～8.3 倍の工事費となり、フルイ分けを実施したほうが経済性で優位となった（図IV-1）。



※横軸は調査ほ場別の工事費比較を示す

図IV-1 工事費比較(調査対象 26 箇所)

### 4. 暗渠排水溝掘削土の含礫調査

フルイ分け後の礫に土砂の混入が多かったことから、含礫率と土砂の付着・混入率を調査した。調査は 4 箇所場で実施し、1 箇所 4 箇所（1 箇所 0.5m<sup>3</sup> 程度）において、フルイ分け後の礫重量及び付着・混入した土砂の重量を測定した。

なお、フルイ分け容積は掘削断面×延長で求め、フルイ目 50mm×50mm で振るった後に重量の測定を行った。

フルイ分け後の暗渠排水掘削土に含まれる礫と土砂の割合を容積%で示した（表IV-2）。

フルイ分け後の掘削土に含まれる礫と土砂の割合は体積に換算して算定した場合、礫が40.7%、土砂が59.3%となり、土性が粘質であることから、フルイ後の礫に土砂が付着して混入が多くなることが確認された。なお、この結果は暗渠排水整備ほ場におけるフルイ分け実施後の排出量算定の根拠として用いた。

表Ⅲ-2 フルイ分け後の残土に含まれる礫と土砂の割合

	フルイ分け容積 ①	フルイ通過量 ②	フルイ残量		
			レキ	土砂	計③
			t	t	t
			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
容積%	容積%	容積%	容積%	容積%	
4ほ場 合計	7.00	4.96	0.95	0.99	1.94
	100.0	70.8	0.83	1.21	2.04
			(40.7)	(59.3)	(100.0)

※ ②=①-③

※ レキ単位体積重量 2.51t/m<sup>3</sup>(現地計測値)

※ 土単位体積重 1.8t/m<sup>3</sup>(粘性土:密なもの)

## 5. フルイ分け施工歩掛（案）の検討

平成29年度以降の暗渠排水施工区域においても掘削土のフルイ分けを実施するため、2か年の調査結果を基に施工歩掛（案）を作成した（図IV-2）。

**1 適用範囲**  
ほ場整備工事の暗渠排水溝掘削土フルイ分けの作業に要するバックホウの運転時間等を算定する場合に適用する。

**2 施工概要**  
施工フローは、次図を標準とする。

(注) 本歩掛で対応しているのは、実線部分のみである。

**3 機種の選定**  
機械・規格は、次表を標準とする。

表 3-1 機種の選定

機械名	規格	摘要
バックホウ	排出ガス対策型(第2次基準値) クローラ型 山積 0.45 m <sup>3</sup> (平積 0.35 m <sup>3</sup> ) フルイバケット	フルイバケット :普通バケットの底部分を格子状にしたもの (フルイ目:50mm×50mm 又は 50mm×100mm)

**4 施工歩掛**

4-1 機械運転時間  
バックホウ運転時間は、次表を標準とする。

表 4-1 機械運転時間歩掛

作業量 フルイ目	運転1時間 当り作業量①	算式	適用
50mm×50mm	13.3m <sup>3</sup> /hr	暗渠排水溝掘削土量÷①=運転時間	暗渠排水溝掘削土
50mm×100mm	25.5m <sup>3</sup> /hr	暗渠排水溝掘削土量÷①=運転時間	暗渠排水溝掘削土

(注1) 暗渠排水溝掘削土のフルイバケットのフルイ目については、現地状況(レキ径、土質)により決定する。  
(注2) 石礫の混在率が30%以上の場合は、50mm×100mmを基本とする。

4-2 諸雑費

工種名	単位	数量	計上方法	計上内容
フルイ分け	%	8	機械運転経費×諸雑费率	フルイバケットの損料等

(注1) 諸雑費はフルイバケット損料等の費用であり、機械運転経費に上表の率を乗じた金額を計上する。

図IV-2 フルイ分け施工歩掛（案）

## V. 終わりに

今回の調査で、整地工については大型ブルドーザの使用により、当初懸念されていた「礫の影響で施工不能」となる状況は確認されなかったが、機械稼働時間の増加要因として礫の影響よりも、施工面積や区画形状、田差、湧水処理などによる作業の手戻り、工事中の降雨によるほ場条件の悪化による作業効率の低下が機械稼働時間増加の要因と考えられる結果となった。

暗渠排水掘削時間の増加要因としては、掘削土砂の状況を見ると、ほ場内の礫の影響も要因の一つとして想定されるが、施工面積や区画形状・暗渠配線、工事中の降雨によるほ場条件の悪化による作業効率の低下が、機械稼働時間増加の要因と考えられる結果となった。

本地区の取組みとして実施した暗渠掘削土のフルイ分けは、暗渠排水掘削土を全量搬出するよりも、フルイ分けを行い土砂を排除した後に搬出することが、整備コスト縮減の取組みとして有効であることが確認された。

このため、平成 29 年度から実施する調査地区以外の 3 地区についても暗渠排水掘削土のフルイ分けを行う事としている。

さらに、今回検討した施工歩掛（案）をより現地の状況に即したものとするため、作業時間や方法についての調査を今後も継続実施する予定である。

最後に本要旨執筆にあたり株式会社ルーラルエンジニアに協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

---

<sup>1</sup>参考文献：一般社団法人北海道農業土木協会：土地改良事業等工事積算基準（工事編）平成 29 年版