

土木研究所資料

第203号

建設機械の性能向上に関する研究

— ブルドーザの性能試験について —

建設機械の作業性能に関する研究

— トラクタシヨベルの作業性能について —

昭和41年8月

建設省土木研究所

ブルドーザの性能試験について

正 誤 表

頁	行	正	誤
6	表-3~1 上から11	68.4	68.4)
12	下から5	ブルドーザ	ブルダ
13	表-5~1 下から2	4.25 163.5	4.05 163.4
19	表-6	$\frac{LH^2}{2 \tan(\phi+d)} \mu d$	$\frac{LH^2}{2 \tan(\phi+d)} \mu d$

トラクタシヨベルの作業性能について

頁	行	正	誤
30	2	$Q = \frac{3.6n \times q \times f \times k \times E}{Cm}$	$Q = \frac{3.6n \times g \times f \times k \times E}{Cm}$
	4	q	g
	12	$g = r \times q \times f \times k$	$g = r \times g \times f \times k$

目 次

建設機械の性能向上に関する研究

ブルドーザの性能試験について

機械研究室 中 野 俊 次

佐々木 輝 夫

1. ま え が き	1
2. 試 験 機 械	2
3. ケ ン 引 性 能	5
4. 作 業 性 能	12
5. 土 工 板 容 量	17

建設機械の作業性能に関する研究

トラクタシヨベルの作業性能について

機械研究室 中 野 俊 次

磯 部 金 治

1. ま え が き	20
2. 試 験	21
3. 試 験 結 果	24
4. 考 察	30

課題の統合について	34
-----------------	----

ブルドーザの性能試験について

1. ま え が き

機械施工の目標としては(1)施工の速度の向上、(2)施工単価の低下、(3)施工質の向上などがあげられる。施工速度の向上はある機械について同一期間における施工量を増大させることであり、このためには1時間当り平均作業量、1日当りの平均作業時間及び日数稼働率それぞれを大ならしめるようにすればよい。

建設機械の性能向上の目標の一つに、1時間当りの作業量の増加ということがあげられるのは当然である。機械の時間当り作業量に関係する要因は多く、作業条件、運転員の技倆なども密接な関連がある。機械の問題としては機械の居住性、操作性をよくし、機械の能力を充分発揮させることも必要であるが、機械の性能と作業能力との関係を把握し、作業能力を増すためには機械のどの性能を向上させるべきであることを明らかにすることが根本であると考えられる。そこで、機種としてはブルドーザをとりあげ、当研究室及び建設機械化研究所で実施した性能試験の結果から、ケン引試験と作業試験を中心として解析し、両者に密接な関係があることが明らかにされた。また、作業量算定のための基礎となつている土工板容量の考え方を明らかにするために現在発表されている計算法を比較検討した。

なお、ブルドーザの性能試験について、当所で実施した昭和29年より36年までの性能試験結果が土木技術資料(Vol. 4, №9 1962)に報告されている。

2. 試 験 機 械

昭和29年より40年までの11年間に性能試験を実施したブルドーザは36台(ダイレクト形29台、トルコン付7台)であり、これを実施年別に分類すると表-1、会社別に分類すると表-2のとおりである。

表-1 実施年別試験台数

年度	形式	ダイレクト形	トルコン付	計	備 考
昭和29年		2	0	2	土木研究所 沼津支所
30		0	1	1	
31		1	0	1	
32		5	1	6	
33		1	0	1	
34		2	2	4	
35		1	2	3	土木研究所 千葉支所
36		5	0	5	
37		1	0	1	
38		1	0	1	
39	※	3	0	※ 3	
40	※	5	※ 1	※ 6	
41	※	1	0	※ 1	※印 建設機械化研究所 実施台数 41年3月まで
計		29	7	36	

表-2 会社別試験台数

会社	形式	A (昭29~36)			B (昭37~40)			合 計			備 考
		ダイレクト形	トルコン付	計	ダイレクト形	トルコン付	計	ダイレクト形	トルコン付	計	
国 産	A	1		1				1		1	
	B	7	2	9	7		7	14	2	16	
	C				1		1	1		1	
	D	1	2	3				1	2	3	
	E	1		1	1		1	2		2	
	F	5	2	7	1		1	6	2	8	
	G					1	1		1	1	
外国製		2		2	2		2	4		4	
計		17	6	23	12	1	13	29	7	36	

本報告は昭和29年より36年までの7年間（性能試験実施台数、ダイレクト形17台、トルコン付6台の計23台）をA（以下Aという）とし、昭和37年より40年までの4年間（性能試験実施台数ダイレクト形12台、トルコン付1台の計13台）のB（以下Bという）に分けて、性能試験資料からけん引性能と作業性能とを中心にとりまとめブルドーザの性能の向上など比較検討を試みたものである。

試験機械について車輛重量を基準として機関出力および土工板面積との関係を調べると図-1および図-2のとおりである。車輛重量-機関出力、車輛重量-土工板面積の関係についてBはAとあまり変っていない。

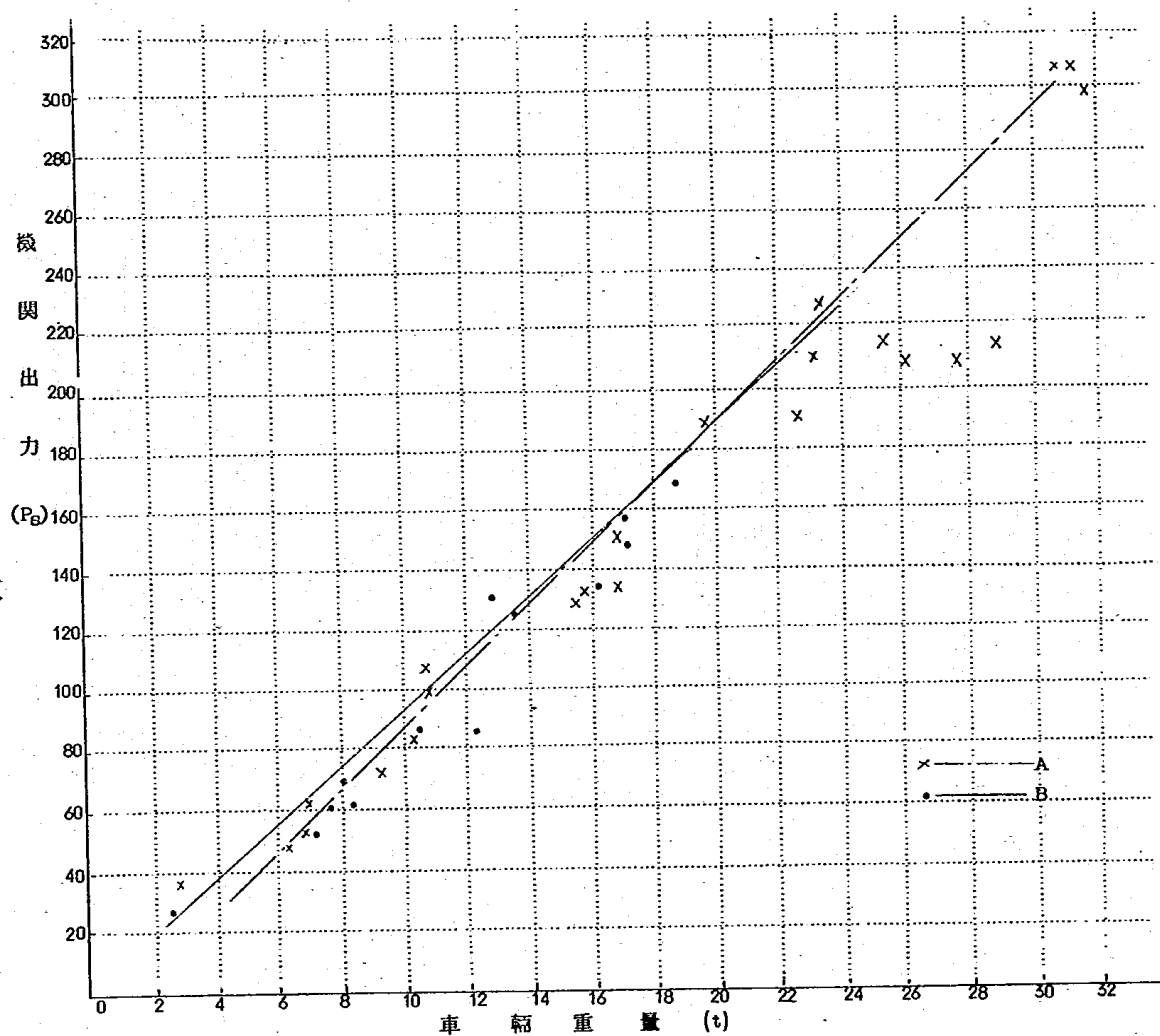


図-1 車輛重量と機関出力

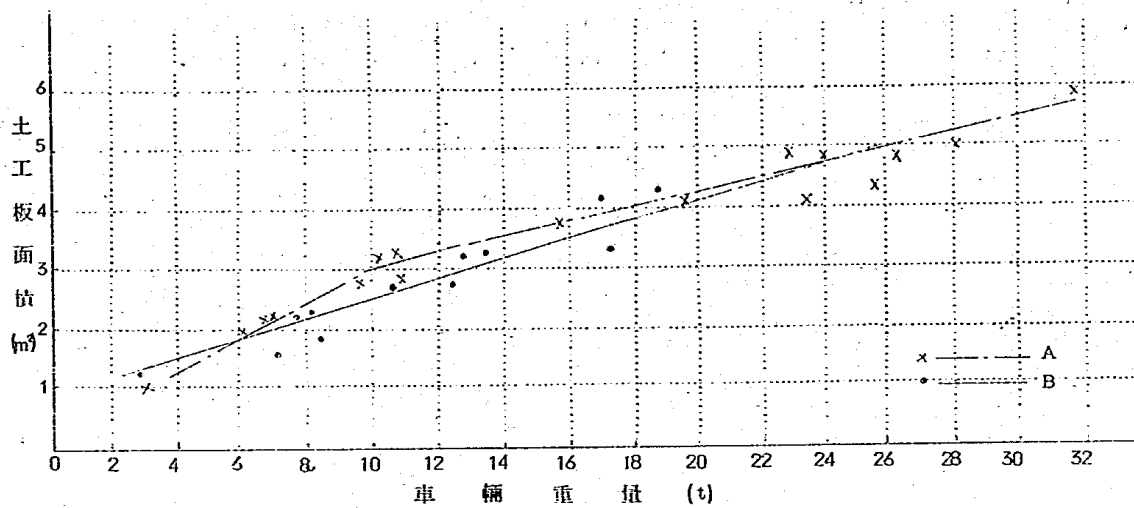


図-2 車 輛 重 量 と 土 工 板 面 積

3. ケン引性能

ケン引性能は車輻に搭載した機関の出力と実測された有効なケン引出力との比より、ケン引効率として表わされる。

$$\text{ケン引効率} = \frac{\text{ケン引出力}}{\text{機関出力}} \times 100 (\%)$$

表-3はケン引試験結果の一覧表である。なお、ここに示したケン引効率は実測の最大値であつて、すべりを補正しない値である。

(1) 車速とケン引効率

図-3~1, ~2は車速とケン引効率との関係を示したもので、Aではケン引効率は2速の範囲で最大の値を示しているものが多いが、Bでは1速から3速(2.3 Km/h ~ 5.5 Km/h)まで最大の値を示す範囲が広がっている。

このA, B両者を比較したものが図-3~3である。

(2) 車輻重量と最大ケン引効率

車輻重量と最大ケン引効率の関係を示したものが図-4である。Aでは図-4のように10~20 t級の機械の効率がよく、この機種が最もバランスがとれ安定しているのではないかと考えられるが、Bでは3~20 tの機種に至るまでかなり安定しているように思われる。

(3) 試験年月と最大ケン引効率

試験を実施した時期と最大ケン引効率を比較すると漸次機械が改良され、性能が向上していることを検討する資料になることが考えられる。

図-5は試験実施年月と最大ケン引効率との関係を示したものであり、点線で結んだものは同一機種で改良されたものを示している。また、37年以降ではバラツキが少く、全般的に安定していることを示していると思われる。表-4はこれら5機種について同一機種の性能向上の状況を示したものである。

表-3~1

ケン引試験結果一覧表 (ダイレクト形)

番 号	試験年月	車輛重量 w (kg)	機 関 出 力 B (P _S)	B/w	ケン引力 (Kg)			車速 (km/h)			ケン引出力 (P _S) (スベリ率%)			ケン引効率 (%)			摘 要
					F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	
D-1	29-9	10,500	83	7.9	8,150	5,300	2,550	2.01	3.21	5.51	60.5 (6.5)	63 (1)	52 (0.2)	72.8	75.8	62.7	(土工板操作方式) (鋼索式)
2	29-12	6,200	49	7.9	3,750	2,450	1,500	2.51	3.36	5.41	35 (7)	30.5 (2)	30 (0)	71.5	62.3	61.2	(")
3	31-8	3,050	38	12.4	2,350	1,700	-	2.61	3.81	-	22.7 (12.5)	24 (3)	-	59.8	63.2	-	(油圧式)
4	32-4	23,000	190	8.3	15,800	12,700	8,000	2.19	2.93	4.22	128 (2.5)	138 (1)	125 (0.5)	67.3	72.7	65.8	(鋼索式)
5	32-7	16,000	132	8.3	11,000	7,700	4,950	2.19	3.39	4.89	89 (4)	94 (2)	89.5 (1)	67.3	71.2	67.7	(")
6	32-11	15,800	129	8.2	11,400	7,800	5,500	2.34	3.50	4.71	99 (2)	101 (0.2)	96 (0)	76.7	78.3	74.4	(")
7	32-11	9,500	73	7.7	6,900	4,700	2,700	1.88	2.93	4.50	48 (6)	51 (1)	45 (0)	65.7	69.9	61.7	(油圧式)
8	32-11	17,100	133	7.8	12,800	8,000	5,150	2.11	3.38	4.77	100 (6)	100 (0.5)	91 (0)	75.2	75.2	68.4	(鋼索式)
9	33-12	10,900	107	9.8	9,250	6,200	3,450	2.19	3.79	6.57	75 (9)	87 (0.5)	84 (0)	70.1	81.3	78.5	(")
10	34-5	6,850	56	8.2	3,700	2,250	1,700	2.63	4.08	5.56	36 (3)	34 (1)	35 (0)	64.1	60.7	62.5	(油圧式)
11	34-7	29,500	212	7.2	20,100	15,600	-	2.20	2.85	-	164 (6)	165 (4)	-	77.4	77.8	-	(") 油圧リッパ付
12	35-4	17,200	150	8.7	12,600	9,600	5,500	2.29	3.38	5.07	107 (4)	120 (0.5)	103 (0)	71.3	80.1	68.7	(鋼索式)
13	36-2	7,000	65	9.3	4,900	3,150	-	2.40	3.56	-	43.5 (4)	41.5 (0)	-	66.9	63.9	-	(油圧式)
14	36-3	32,200	302	9.4	22,000	19,300	13,400	2.45	3.15	4.30	200 (6)	225 (2)	213 (0)	66.2	74.5	70.6	(鋼索式)
15	36-4	11,050	101	9.1	8,700	6,500	3,800	2.30	3.45	5.15	74 (2)	83 (0.5)	72.5 (0)	73.2	82.3	71.7	(")
16	36-11	26,500	207	7.8	16,000	14,100	9,800	2.46	3.13	4.26	153 (1)	163.5 (0)	154.5 (0)	73.8	79.1	74.7	(") 油圧リッパ付
17	36-12	24,200	226	9.3	18,500	15,300	9,700	2.37	3.18	4.61	162 (3)	180 (0)	165.5 (0)	71.7	79.7	73.3	(")

表-3~2

ケン引試験結果一覧表(ダイレクト形)

番 号	試験年月	車體重量 W (Kg)	機関 出力 B (Ps)	B/W	ケン 引 力 (Kg)			車 速 (km/h)			ケン引出力 (Ps) (スベリ率%)			ケン引効率			摘 要
					F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	
18	37-3	12,575	86.2	6.9	7,370	4,550	2,650	2.36	3.61	5.61	64.3 (0)	60.8 (0)	55 (1)	80.3	78.1	70.8	(土工板機作方式) (油圧式) フロントエンド バケット付
19	38-8	8,615	64.0	7.4	5,900	4,170	3,000	2.19	2.95	3.96	48.0 (3.0)	45.5 (2.5)	43.9 (0)	69.3	76.2	76.3	(#) 油圧リツバ付
20	39-3	7,250	53.9	7.4	4,100	2,930	1,950	2.86	4.00	5.58	43.3 (0.6)	43.3 (0)	40.3 (0)	82.6	82.1	77.9	(#) フロントエンド バケット付
21	39-3	13,000	121.0	9.3	10,150	6,880	4,120	2.49	4.00	5.87	93.7 (2.2)	101.9 (1)	89.6 (1.3)	77.4	86.3	75.2	(#)
22	39-3	2,800	30.6	10.9	1,860	1,865	1,410	2.42	3.17	4.48	16.8 (1)	21.9 (6.5)	23.4 (3)	71.5	80.7	77.8	(#) ショベルバケット バックホウ付
23	39-12	17,500	140.7	8.0	12,000	7,320	4,875	2.36	4.16	5.76	103.5 (4)	110.6 (0)	104.0 (0)	78.6	77.6	74.8	(#) フロントエンド バケット付
24	40-1	19,015	166.6	8.8	13,310	9,710	6,050	2.36	3.62	5.26	116.5 (2.2)	129.2 (0)	117.8 (0)	74.0	79.3	72.4	(鋼索式)
25	40-7	13,786	126.2	9.2	9,340	6,740	4,500	2.34	3.89	5.61	86.6 (0)	97.0 (0)	93.5 (0.2)	78.2	79.8	77.1	(油圧式)
26	40-8	7,865	64.5	8.2	5,350	3,400	2,550	2.65	4.16	5.37	52.5 (0.6)	52.0 (0)	50.7 (0)	81.7	81.9	79.7	(#)
27	40-9	8,270	72.5	8.8	6,266	4,835	3,850	2.26	3.00	3.73	52.4 (9)	53.7 (2)	53.2 (0.5)	77.0	78.3	76.0	(#)
28	40-11	10,790	87.0	8.1	7,350	5,300	3,375	2.35	3.63	5.40	64.0 (2.5)	70.0 (0)	67.5 (0)	80.3	81.7	76.1	(#)
29	41-3	17,270	158.1	9.2	-	9,500	-	-	3.54	-	-	123.9 (1)	-	-	81.0	-	(鋼索式)

表-3~3

ケン引試験結果一覧表（トルコン付）

番 号	試験年月	車載重量 W (kg)	機 関 出 力 B (P _G)	B/W	ケン 引 力 (kg)			車 速 (km/h)			ケン引出力 (P _G) (スベリ率%)			ケン引効率(%)			摘 要
					F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	F-1	F-2	F-3	
T- 1	30-10	20,000	187	9.4	10,200	5,600	—	3.17	4.92	—	119.5 (0.2)	102 (0)	—	64.0	54.6	—	(土工板操作方式) (鋼索式)
2	32- 4	23,700	212	9.0	12,600	8,800	7,600	2.70	3.14	4.11	126 (1)	122.5 (0)	115.5 (0)	59.5	57.8	54.5	(〃)
3	34-12	31,600	302	9.6	18,000	14,000	—	3.08	3.90	—	205 (1)	202 (0)	—	67.8	66.8	—	(〃)
4	34-12	32,800	296	9.0	20,000	11,500	—	2.63	4.49	—	195 (2)	191 (0)	—	65.8	64.5	—	(〃)
5	35-11	28,200	207	7.4	13,800	9,300	—	2.39	3.40	—	122 (2)	117 (0)	—	59.0	56.5	—	(〃) 油圧リッパ付
6	35-12	25,800	213	8.3	11,300	6,000	—	3.06	4.91	—	128 (1)	109 (0)	—	60.2	51.2	—	(油圧式) 油圧リッパ付
7	40-12	16,537	133.5	8.1	9,550	7,970	5,100	2.28	2.57	3.70	80.5 (0)	76 (0)	70 (0)	61.0	58.0	53.6	(〃)

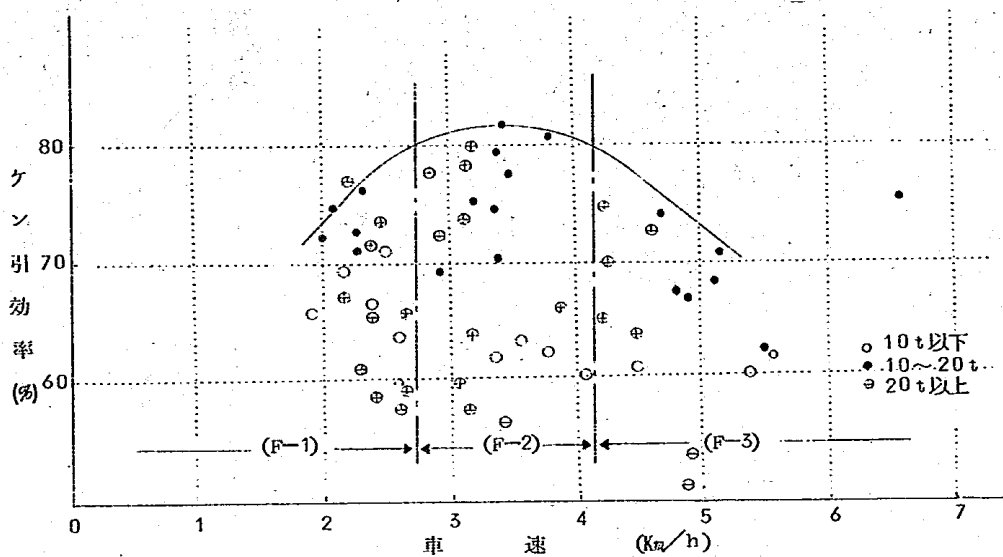


図-3~1 車速とケン引効率 (A)

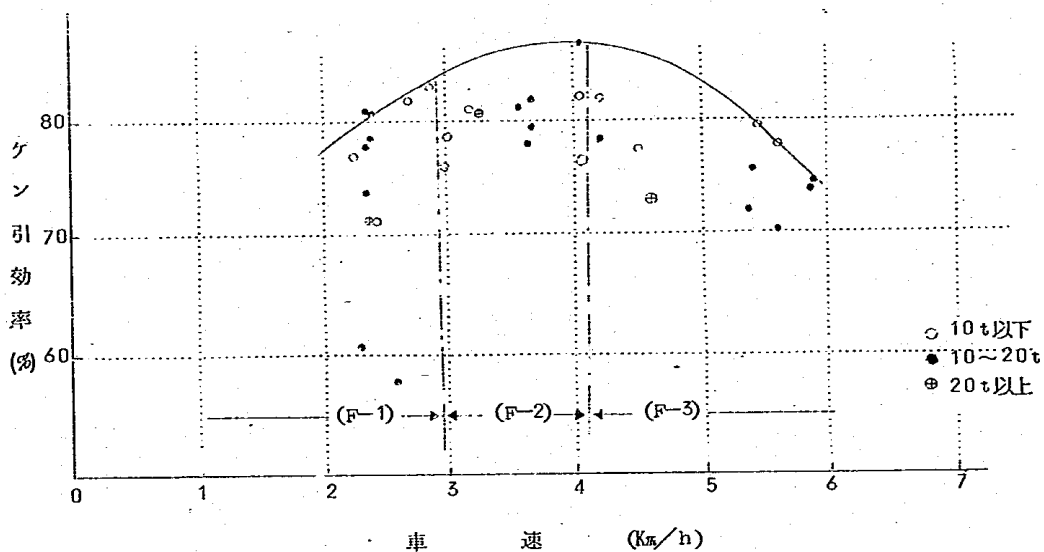


図-3~2 車速とケン引効率 (B)

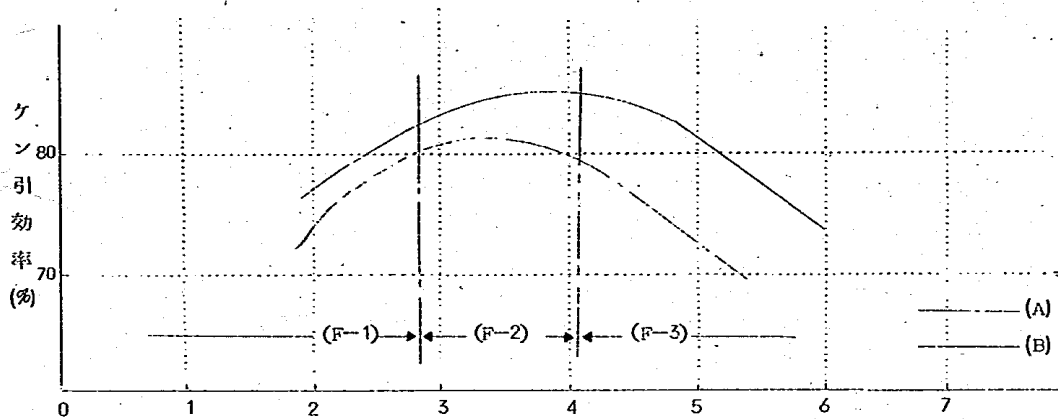


図-3~3 車速とケン引効率(A)・(B)比較

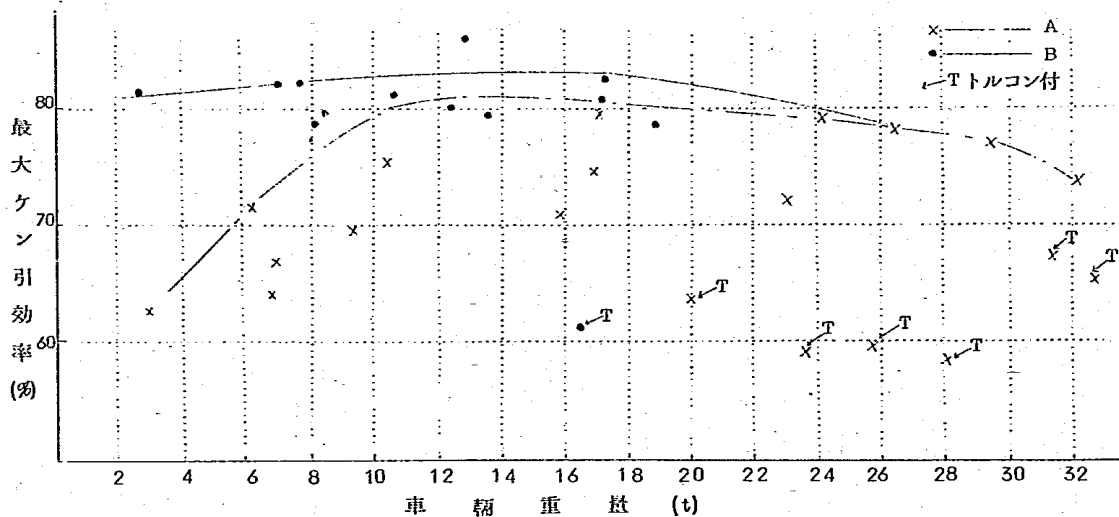


図-4 車輛重量と最大ケン引効率

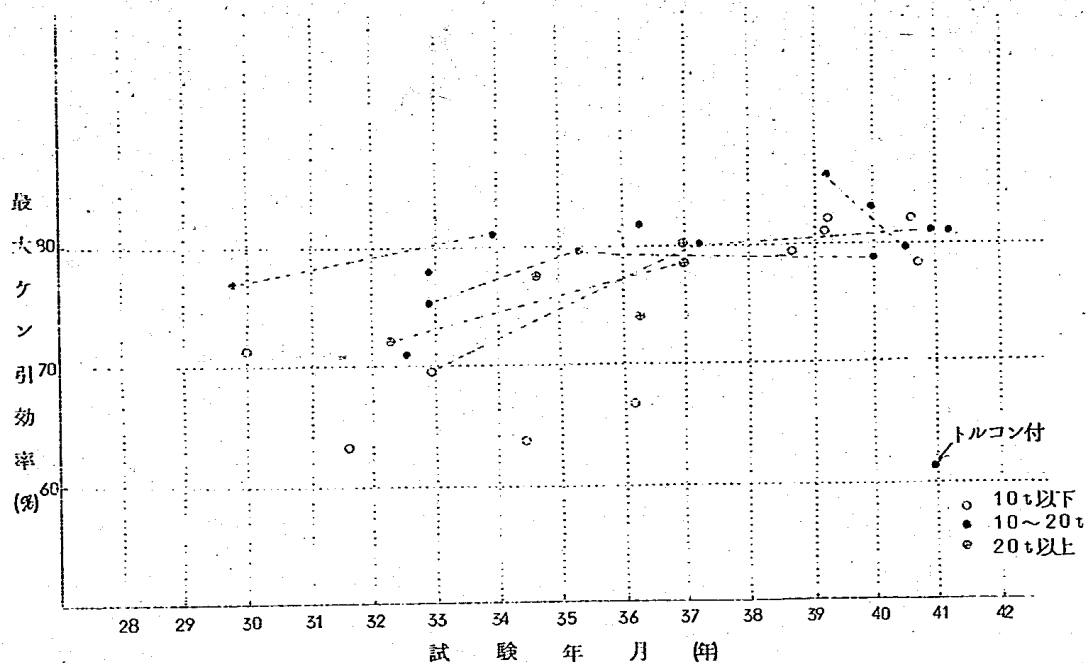


図-5 試験年月と最大ケン引効率

表-4 同一機種 の 性能 向上

番 号	試験年月	車輻重量 (Kg)	機関出力 (Ps)	最大ケン 引効率(%)	増 加 率			摘 要
					車輻重量	機関出力	最大ケン 引 効 率	
D-1	29-9	10,500	83	75.8	1.04	1.29	1.07	
9	33-12	10,900	107	81.3				
4	32-4	23,000	190	72.7	1.05	1.19	1.10	
17	36-12	24,200	226	79.7				
8	32-11	17,100	131	75.2	1.01	1.12	1.07	
12	35-4	17,200	150	80.1	1.16	1.13	-	
24	40-1	19,015	167	80.0				
7	32-11	9,500	73	69.9	-	1.18	1.15	(フロントエンド
18	37-3	(12,575)	86	80.3	1.14	1.01	1.02	バケット装着重量)
28	40-11	10,790	87	81.7				
19	39-3	13,000	121	86.3	1.07	1.04	-	
25	40-7	13,780	126	80.0				

4. 作 業 性 能

表-5は砂質ローム土（当所と建設機械化研究所の土の分類は同種に分類されるが諸性質は異つていると思われる。）において掘削運搬距離20mの溝掘削押土作業について行つた作業試験の結果を示したものである。これらの数値は試験時の条件（試験方法、作業時間、距離、土質、運転員の技倆など）によつて著しく左右され、試験時間も当所の場合は15～30分、建設機械化研究所の場合は5～7分間という短時間の作業の結果であるから、実際の現場における作業ではこれよりかなり下廻ることが考えられる。

なお、作業試験方法は現在日本建設機械化協会でJIS 原案として審議中のブルドーザ作業試験方法（案）によつた。

(1) 車輻重量と作業土量

図-6は車輻重量と作業土量との関係を示したものである。傾向としては車輻重量の増加にしたがつて作業土量も増加する傾向にあるが、A Bともに点はかなりちらばつている。これは車輻重量が直接には作業性能と関係がないことを示しているものであろう。なお、車輻重量に対する作業土量はAに比べBではかなり増加している。

(2) 機関出力と作業土量

機関出力と作業土量との関係を示すと図-7のとおりである。機関出力の増加により作業土量も増加する傾向にあるが、多少バラツキがみられる。これは各機械の効率の相違により直接作業に関係する有効な動力の比が変ることによるものと考えられ、例えば、ダイレクト形、トルコン付の別ではトルコンの効率の影響がはつきり現われている。なお、機関出力に対する作業土量もAに比べBではかなり増加している。

(3) 最大ケン引出力と作業土量

ブルドーザの有効な動力である最大ケン引出力と作業土量との関係を示すと図-8のとおりである。A、Bともに動力伝達方式の相違（ダイレクト形、トルコン付の別）によらず、最大ケン引出力と作業土量の間にはかなり直線的な関係がみられる。なお、作業試験結果全般に云えることであるが、当所の作業試験時間は15～30分（約30サイクル）、建設機械化研究所では5～7分（7～10サイクル）であつて、作業試験時間によるブルドーザの作業効率の変化や土質など作業条件が異つているためか、建設機械化研究所における作業土量が当所のものに比べて大きな傾向もみられるが、最大ケン引出力と作業土量の関係についてもBではAに比較してかなり増加しており、ブルドーザの性能の向上を示していると考えられる。

表-5~1

作業試験結果一覧表 (その1)

車種 形式	番号	会社 記号	試験 年月	車載重量 (Kg)	機関出力 (Ps)	土工板寸法 幅×高 (mm×mm)	土工板 面積 (m ²)	作業時間 (min-sec)	押土回数	作業土量 (m ³)	1回当り 作業土量 (m ³ /回)	1時間当り 作業土量 (m ³ /h)	最大けん引 出力 (Ps)	摘 要
ダ イ レ ク ト 形	D-1	F	29-9	10,500	83	3,500×900	3.15	28-41	27	50.0	1.85	104	63	
	2	D	29-12	6,200	49	2,890×700	2.02	30-57	42	31.3	0.75	61	35	
	3	A	31-8	3,050	38	1,738×600	1.04	32-12	30	16.1	0.54	30	24	
	4	B	32-4	23,000	190	4,120×1,175	4.84	16-15	19	91.4	4.93	337	138	
	5	F	32-7	16,000	132	3,860×950	3.67	19-52	20	57.5	2.87	173	94	
	7	B	32-11	9,500	73	3,000×900	2.70	21-23	24	52.4	2.18	147	51	
	8	B	32-11	17,100	133	3,880×1,037	4.03	20-44	24	85.7	3.57	243	100	
	9	F	33-12	10,900	107	3,500×900	3.15	19-42	28	58.8	2.10	180	87	
	10	B	34-5	6,850	56	2,820×760	2.14	20-07	24	32.9	1.37	98	36	
	12	B	35-4	17,200	150	3,880×1,024	3.98	19-53	26	100.2	3.86	302	120	
	13	F	36-2	7,000	65	2,510×850	2.13	20-56	31	38.6	1.25	111	43.5	
	14	B	36-3	32,200	302	4,685×1,250	5.86	18-07	26	161.5	6.21	535	225	
	15	E	36-4	11,050	101	2,950×960	2.86	19-52	32	66.0	2.06	199	83	
	16	F	36-11	26,500	207	4,140×1,150	4.77	17-25	24	102.0	4.05	351	163.4	
	17	B	36-12	24,200	226	4,110×1,170	4.81	20-05	29	151.3	5.22	454	180	

表-5~2

作業試験結果一覧表(その2)

車両 形式	番号	会社 記号	試験 年月	車両重量 (kg)	機関 出力 (PS)	土工板寸法 (幅×高)	土工板 面積 (m ²)	作業時間 (min- sec)	押土回数	作業土量 (m ³)	1回当り 作業土量 (m ³ /回)	1時間当り 作業土量 (m ³ /h)	最大ケン引 力 (PS)	摘 要
ダ イ レ ク ト 形	D-18	B	37-3	12,575	86.2	3,300×850	2.80	20-05	30	73.4	2.45	219	64.3	(試験方法)
	19		38-8	8,615	64.0	2,315×805	1.86	30-16	33	57.4	1.74	114	48.0	1. 作業の種類
	20	B	39-3	7,250	53.9	2,532×640	1.62	19-57	32	40.0	1.25	120	43.3	 溝掘削運搬作業
	21	B	39-3	13,000	121.0	3,650×888	3.24	20-07	34	89.5	2.64	267	101.9	2. 掘削運搬距離
	22	F	39-3	2,800	30.6	2,250×557	1.25	20-13	21	17.7	0.84	53	23.5	 20 m
	23	B	39-12	17,500	140.7	3,650×910	3.32	6-21	9	39.5	4.40	374	110.6	3. 掘削溝の巾
	24	B	40-1	19,015	166.6	3,906×1,100	4.30	5-04	7	41.7	5.96	494	129.2	 土工板巾の約1.5倍
	25	B	40-7	13,780	126.2	3,654×901	3.29	6-26	10	36.4	3.64	340	97.0	4. 作業時間
	26	C	40-8	7,865	64.5	3,088×703	2.17	6-07	10	17.3	1.73	170	52.5	土研(D-17~22) 15~20分
ト ル コ ン 付	T-1	D	30-10	20,000	187	4,080×1,000	4.08	16-25	25	66.7	2.67	246	119.5	機械化研究所(D-23~T-7) 5~7分
	2	B	32-4	23,700	212	4,120×1,175	4.84	17-50	26	86.5	3.33	290	126	5. 土質..... 砂質ローム
	5	F	35-11	28,200	207	4,140×1,190	4.93	15-04	22	67.5	3.07	269	122	6. 土量の計測..... 掘削溝
	6	D	35-12	25,800	213	4,085×1,045	4.27	15-54	21	77.8	3.70	294	128	の計測による掘削土量
	7	G	40-12	16,537	133.5	3,842×915	3.51	7-42	10	37.2	3.72	290	80.5	7. 作業方法 1回ごと
														に作業開始点までもどる。
														試験区分

D-1~12, T1~6 土研 沼津支所
D-13~ 22 土研 千葉支所
D-23~ T-7 建設機械化
研究所

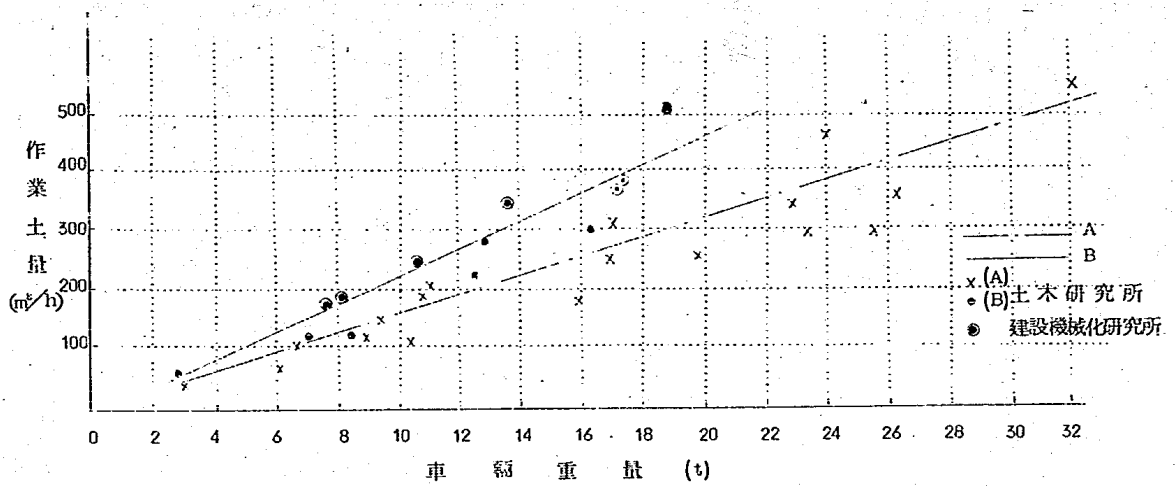


図-6 車輻重量と作業土量

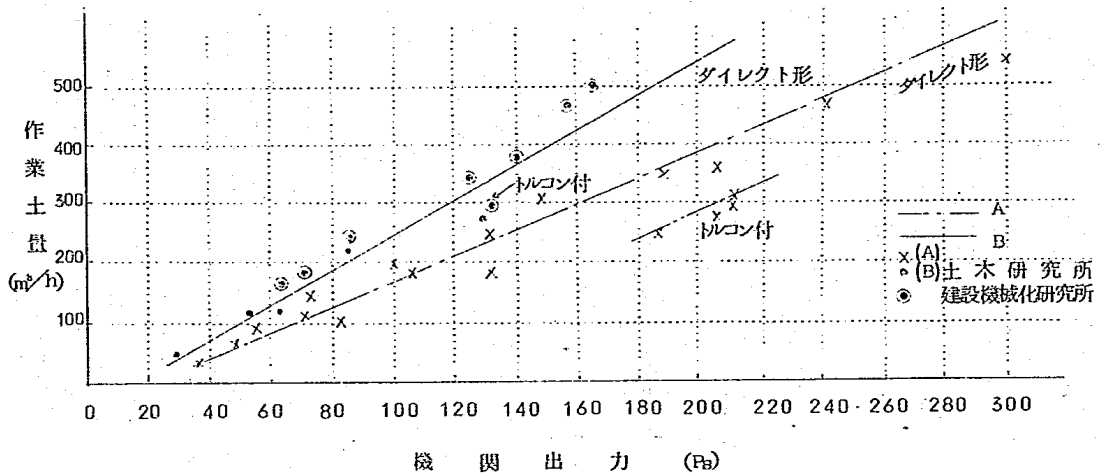


図-7 機関出力と作業土量

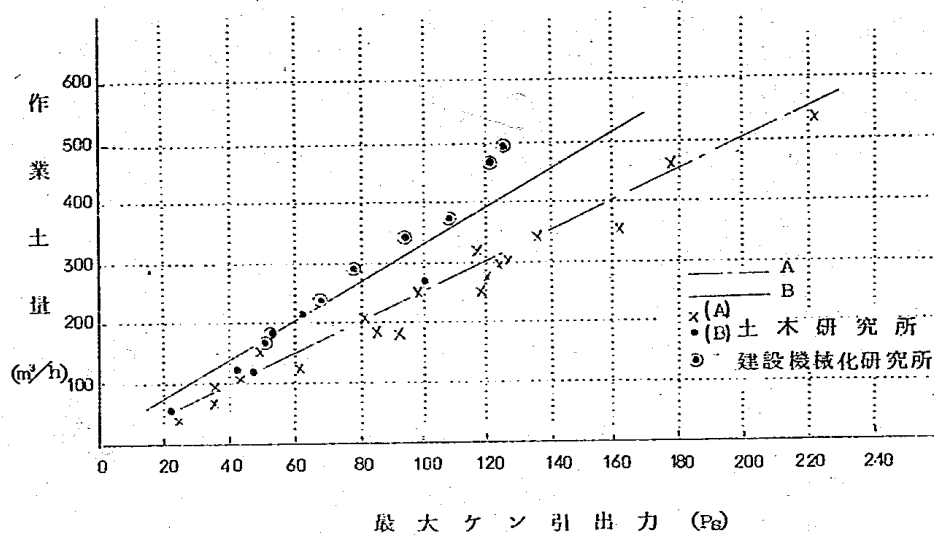


図-8 最大ケン引出力と作業土量

5. 土工板容量

作業試験の結果1サイクル当りの作業量(ルーズ)及びサイクルタイムが得られるので、これから実作業1時間当りの作業量は次式で求められる。

$$\text{実作業1時間当り作業量} = \frac{1 \text{ サイクル当り作業量 (m}^3\text{)} \times \text{土量変化率} \times 60}{\text{サイクルタイム (min)}} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (1)$$

また、ブルドーザの作業量算定式としては通常次式が用いられている。

$$\text{時間当り作業量} = \frac{\text{土工板容量 (m}^3\text{)} \times \text{土量変化率} \times \text{作業効率} \times 60}{\text{サイクルタイム (min)}} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2)$$

ここで云う単位時間は実作業時間以外の時間も含んでおり、この時間の中に占める実作業時間の比は作業効率の一部を占めているものと解される。

性能試験で行なう作業試験においては、作業時間がすべて実作業時間であるから、作業効率のうち時間に関するものを考える必要はない。

作業効率のうち時間に関するものを除いたものを作業効率'で表わすとする、(2)式は次のように表わされる。

$$\text{実作業1時間当り作業量} = \frac{\text{土工板容量 (m}^3\text{)} \times \text{土量変化率} \times \text{作業効率}' \times 60}{\text{サイクルタイム (min)}} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (2')$$

実測におけるサイクルタイムは次のように表わされる。

サイクルタイム = 前進所要時間 + 後進所要時間 + 前後進切換

$$\text{所要時間 (2 回)} \quad \text{min} \quad \text{-----} \quad (3)$$

また、サイクルタイムの計算は通常次式を用いている。

$$\text{サイクルタイム} = \frac{\text{運搬距離 (m)}}{\text{前進速度 (m/min)}} + \frac{\text{運搬距離 (m)}}{\text{後進速度 (min)}} + \text{前後進切換}$$

$$\text{所要時間 (2 回)} \quad (\text{min}) \quad \text{min} \quad \text{-----} \quad (4)$$

(4)式における各速度を機械の仕様値によらず、加速、減速を考え、かつ履帯の滑り、機関回転速度の低下などをも考慮した平均速度で計算するとすれば、この値は(3)式と同じものである。

(4)式における各速度を機械の仕様値(機関定格回転速度における走行速度の値)で計算するとすれば、この値は(3)式よりも小さな値となり、この場合(2)式の計算にあたって(4)式/(3)式の値も作業効率'に含めて計算すべきことになる。

今後の議論ではサイクルタイムの計算は前者によつて進めると考えて進めることとする。

以上の仮定のもので、

$$1 \text{ サイクル当りの作業量} = \text{土工板容量} \times \text{作業効率}' \quad \text{-----} \quad (5)$$

となる。ここで、この作業効率の内容として考えられるものとしては作業条件、作業方法、運転員の技術などがあげられる。

ブルドーザが作業1サイクル中になす機械的仕事は、

$$\text{作業時のケン引力(kg)} \times \text{運搬距離(m)} \quad K_g - m$$

であり、このときの動力は、

$$\frac{\text{作業時のケン引力(kg)} \times \text{運搬距離(m)}}{\text{サイクルタイム (min)}} \times \frac{1}{75 \times 60} \quad P_s \quad (6)$$

である。

作業時のケン引力は掘削、運土またはこれに附随する抵抗に対して発揮されるものであり、1サイクル当りの土量に関係あることは明らかである。

すなわち、

$$1 \text{ サイクル中の平均所要動力} \propto \frac{1 \text{ サイクル中の土量の関数} \times \text{運搬距離}}{\text{サイクルタイム}} \quad (7)$$

と表わされる。

一方、性能試験の結果より、実作業1時間当りの作業量は最大ケン引出力に密接な関係（直線的な関係）にあることが明らかにされた。この両者が比例関係にあるとすると、

$$\text{実作業1時間当り作業量} \propto \text{最大ケン引出力} \quad (8)$$

となる。

(1)(7)(8)式を比べてみると、

$$\frac{1 \text{ サイクル中の平均所要動力}}{\text{最大ケン引出力}}$$

が、どの機種についても略一定の値を示していることになり、試験実施年により最大ケン引出力当りの作業量が増加していることは、この値が大になつていることを示している。すなわち、ブルドーザが発揮しうる機械的に有効な動力（最大ケン引出力）を実作業面でも有効に消費する傾向になつたことを示している。この値をさらに増すためにはブルドーザの速度段の選び方などについて、さらに検討を加える必要があろう。

また、1サイクル当りの土量は作業時のケン引力に関係があり、作業量算定式との関係では土工板容量と1サイクル当りの土量とが関係あるわけであるから、土工板容量は作業時に発揮されるケン引力の点からも検討すべきである。

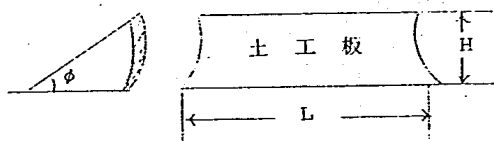
しかしながら、現在発表されている土工板容量の算定方法は表-6のようなものであり、殆んど土工板の寸法から決めている。

ブルドーザの設計において土工板の寸法とケン引力の関係が適当であれば、これでも充分であるが、同型式の性能向上のあとをみても、必ずしもこのようになっているとは考えられない。

ケン引力に見合う1サイクル当りの土量を十分に収容しうることが土工板の必要条件であるが、その余裕のとり方、土質に対する適用の仕方などを考え、バランスのとれたブルドーザの各部容量の検討を進めたい。

表-6 土工板重量算定式一覧

1	a 氏	$\frac{1.0}{1.6} LH$
2	b 氏	$\frac{1.0}{1.6} LH^2$
3	c 氏	$\frac{2.43}{3} LH^2$
4	d 氏	$\frac{1}{2} LH^2$
5	A 社	$\frac{1.0}{1.6} LH$
6	B 社	$0.73 LH^2$ (標準形) $0.85 LH^2$ (Uブレード)
7	D 社	$0.85 LH^2$
8	F 社	$0.86 LH^2$
9	H 社	$0.8 LH$ (ブルドーザ) $0.7 LH$ (アングルドーザ)
10	I 社	$0.753 LH^2$
11	J 社	$\frac{LH^2}{2 \tan(\phi + \alpha)} \mu a$



トラクタショベルの作業性能について

1. ま え が き

本研究の目的は各種建設機械についての作業性能を適確に把握することにある。建設機械の性能を把握するために性能試験を実施しているがその試験項目はブルドーザを例にとれば定置試験、走行試験、けん引試験及び作業試験などについて行われる。

このうち前三者は主として機械的性能についての試験であり、試験の方法、条件の設定、結果の表わし方、比較なども容易である。

建設機械はそれぞれの機種についても作業の種類が多く、また設定条件の変化に伴い性能も変化するので、作業性能を客観的に表わす方法、作業性能を比較する方法などは確立されていない。

当研究室に於いてはある作業条件を定めて、作業試験を行いこの場合の作業能力を比較したこともある。

昭和40年度は機種としてトラクタショベルをとり上げ作業条件が作業性能に及ぼす影響を調べるために掘削対象土の状態をほぐしたもの及び地山の二種について積込性能の比較を行い両者の差について一例を得た。

2. 試 験

[1] 目 的

トラクタシヨベルの性能は各設定条件の変化で大きく変り、はつきりした、性能の把握ができにくい。

今回の調査はトラクタシヨベルの掘削積込に於いて土の状態のみの比較を行い、その変化が作業能力にどのような影響を及ぼしているかを調べた。

すなわち掘削対象土がほぐした場合と地山の場合のサイクルタイムの比較を行って計測された数値を使つて各種移動距離に応じた作業能力を算出し掘削対象土の状態、すなわちほぐした場合と地山の場合の作業能力の相違についての検討を行つた。

試験はペン書きオシログラフによるサイクルタイムの測定、ロードメータによる重量測定、燃料計による、燃料測定及び含水量、単位体積重量の測定を行つた。

試 験 日 時	昭和40年11月13日	
試 験 場 所	千葉県千葉郡八千代町米元(国道16号線)	
対 称 機 械	トラクタシヨベル	三菱BS-13
機 械 番 号	5093	
製 造 年 月 日	38年12月13日	
機 関 呼 称	DB31C	
機 関 番 号	57911	
機 関 出 力	115PS	
けん引出力	92PS(効率80%)	
標準バケット容量	1.3m ³ (平積)	
組 合 せ 機 械	ダンプトラック6~7t	

[2] 作 業 方 法

積込方式は図-1に示すごとくJISD・6505 車輪式及び履带式トラクタシヨベル性能試験方法解説の図右上方の方式とし、トラクタシヨベルの移動距離は30m掘削高さは2~3mである。

トラクタシヨベルがまず30m前進し、掘削すくい込を行い、その後30m後退し、ダンプトラックが入ってくるのを待ち、排土、ダンプトラック移動待のサイクルをくりかえして行う。

図-1 横込作業試験

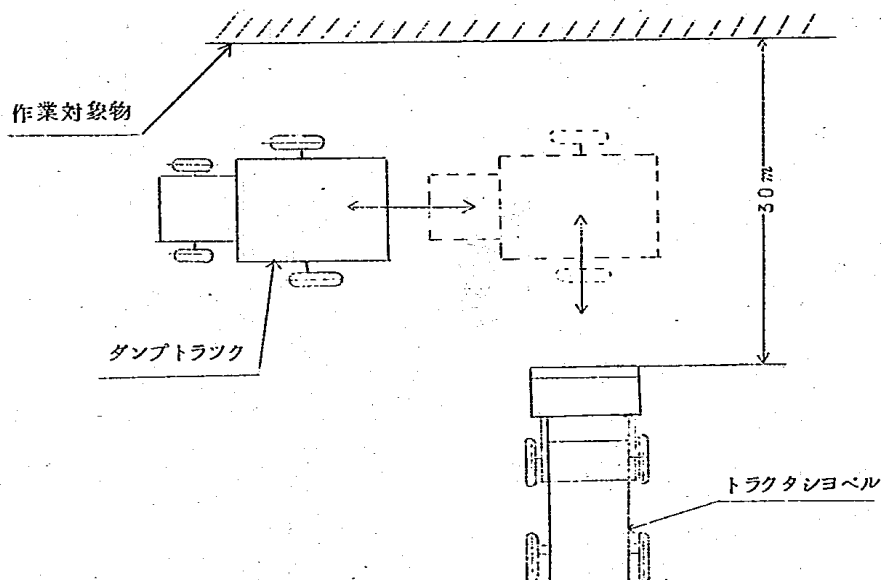
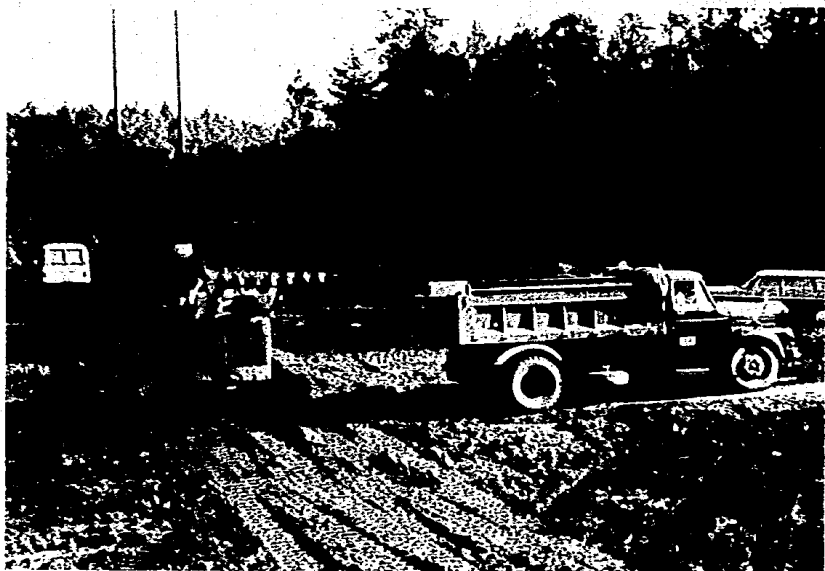
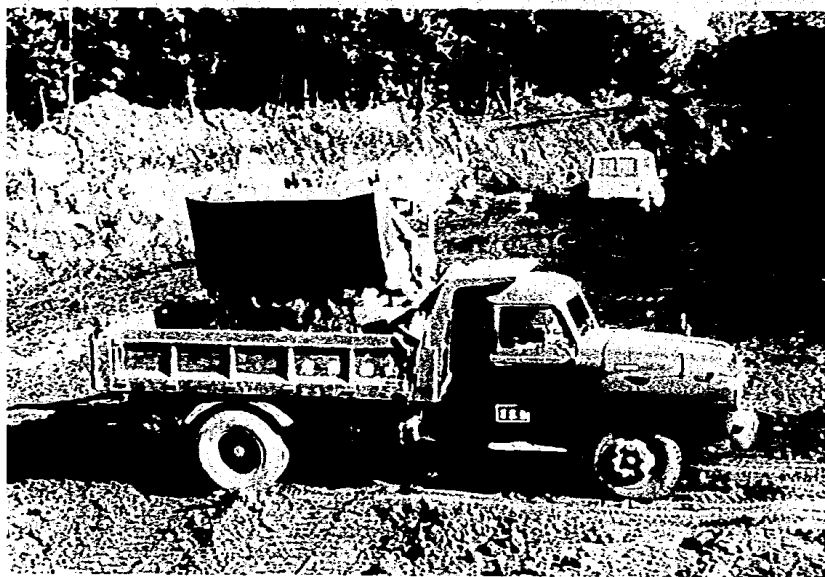


写真-1, 2 トラクタシヨベル作業状況



(3) 測定項目及方法

測定項目	使用計測器	測定方法
トラクタシヨベル サイクルタイム	ペン書きオシログラフ (渡辺測器製作所) 電接時計 EC-10 (八千代製作所)	30m間隔をポールを立て、その間をトラクタシヨベルが移動するのを電接時計に連結したペン書きオシログラフに時間パルスを通しておき各動作ごとに別のパルスを出して記録しその時間を読み取った。
トラクタシヨベル燃料消費量	燃料消費計 (東京精密測機KK) DQ100E	ディーゼルエンジンの燃料フィルターと噴射ポンプ間に燃料消費計を取りつけ、一台のダンプトラックへ積込終了ごとにトラクタシヨベルの燃料消費量の測定を行う。
作業量(ダンプトラックへ 積込まれた土の重量)	ハイウェイ ロードメータ (米国ロードメータKK)	土捨場近くにロードメータを設置して測定
地山及ダンプトラックへ 積込まれた土の単位体積 重量	モールド(容積 3,000cc及10,000cc)	モールド貫入法 ほぐした状態の土は容積3,000ccのモールドを押込んで測定、地山の場合は容積1000ccで先端カッター付モールドを地山へ打ち込んで資料を取り出し測定する。
地山及ダンプトラックへ 積込まれた土の含水量	JISA1203 にもとづく試験機	JISA1203による標準試験法
地山の貫入抵抗	土研式貫入試験機	掘削積込を行う地山附近5ヶ所を選んで貫入抵抗を測定

3. 試験結果

測定結果を表1-4に示す

表-1

積込作業試験

車輛形式名称 トラクタシヨベル 三菱BS-13

試験期日 昭和40年11月13日

車輛番号 5093

試験場所 千葉県千葉郡八千代町米元

試験分類	試験No	変速段		平均移動距離	サイクルタイム (s)							サイクル数 (回)	作業量 (t)	一サイクル平均積込重量 (t)	燃料消費量 (軽油)ℓ	
		前進	後進		Lm	前進	掘削	後退	待期	排土	待期					サイクルタイム計
地山の状態	1	2	2	30	20.1	11.8	21.6	6.3	4.1	7.9	71.8	340.6	5	8.11	1.622	1.125
		2	2	30	21.0	9.3	19.9	5.4	4.3	3.0	62.9					
		2	2	30	20.0	9.2	20.9	6.3	4.0	4.1	64.5					
		2	2	30	22.2	8.1	20.7	5.2	3.3	4.1	63.6					
		2	2	30	21.9	12.8	22.3	10.0	7.1	3.7	77.8					
	2	2	2	30	22.7	9.5	21.0	4.1	3.0	3.8	64.1	336.3	5	7.855	1.571	1.124
		2	2	30	23.5	11.5	22.3	4.2	2.9	3.1	67.5					
		2	2	30	23.2	10.9	22.2	3.7	2.9	3.6	66.5					
		2	2	30	23.3	10.7	21.6	4.4	4.3	4.7	69.0					
		2	2	30	20.6	12.4	22.6	4.2	5.6	3.8	69.2					
	3	2	2	30	22.9	5.0	21.3	6.3	3.7	4.1	63.3	259.5	4	6.13	1.5325	0.847
		2	2	30	22.3	5.1	21.8	6.2	4.5	3.9	63.8					
		2	2	30	23.7	6.1	21.5	6.4	7.0	3.0	67.7					
		2	2	30	22.7	5.7	22.6	5.3	4.8	3.6	64.7					

試験分類	試験区	交 差 段		平均移動距離	サイクルタイム (s)								サイクル数 (回)	作業量 (t)	一サイクル平均積込量 (t)	燃料消費量 (kg)
		前 進	後 進		前 進	掘 削	後 退	待 期	排 土	待 期	サイクルタイム計	合計サイクルタイム				
地 山 の 状 態	4	2	2	3.0	21.4	3.2	20.8	8.9	4.3	2.9	61.5	182.0	3	4.59	1.530	0.680
		2	2	3.0	21.0	4.4	21.5	6.5	3.7	2.8	59.9					
		2	2	3.0	21.8	5.0	22.2	3.5	6.1	2.0	60.6					
	5	2	2	3.0	21.7	11.4	21.3	3.1	3.0	4.0	64.5	202.1	3	5.510	1.836	0.708
		2	2	3.0	22.1	11.2	22.8	5.5	4.7	4.0	70.3					
		2	2	3.0	21.9	11.3	22.0	4.3	3.8	4.0	67.3					
	6	2	2	3.0	22.7	11.5	22.8	5.0	3.5	4.5	70.0	217.0	3	5.610	1.122	0.756
		2	2	3.0	23.1	11.7	23.8	6.0	5.2	4.5	74.3					
		2	2	3.0	22.9	11.8	23.4	5.8	4.8	4.0	72.7					
	7	2	2	3.0	21.5	11.4	21.1	3.1	3.0	4.0	64.1	200.8	3	6.070	1.214	0.713
		2	2	3.0	21.9	11.2	22.6	5.4	4.7	4.0	69.8					
		2	2	3.0	21.7	11.3	21.8	4.3	3.8	4.0	66.9					
	8	2	2	3.0	24.0	8.1	22.3	4.5	3.5	4.5	66.9	285.5	4	6.920	1.384	0.977
		2	2	3.0	25.0	9.5	24.1	5.6	4.7	4.0	72.9					
		2	2	3.0	24.4	10.1	24.5	7.0	4.5	3.8	74.3					
		2	2	3.0	23.0	10.5	24.0	6.3	3.0	4.6	71.4					
	小 計 (30サイクル)				670.2	281.7	663.3	162.8	127.8	118	2023.8	2023.8	30	50.795	1.6931	6.930
	平 均				22.3	9.4	22.1	5.4	4.3	3.9	67.5	67.5			1.693	

試験分類	試験法	変速段		平均移動距離 Lm	サイクルタイム (S)								サイクル数 (回)	作業量 (t)	一サイクル平均積込量 (t)	燃料消費量 (軽油)ℓ
		前進	後進		前進	掘削	後退	待期	排土	待期	サイクルタイム計	合計サイクルタイム				
ほぐした状態	1	2	2	30	21.0	5.0	21.7	3.5	4.5	4.4	60.1	186.7	3	5,515	1,838	0,576
		2	2	30	20.9	5.0	22.4	6.7	4.2	4.1	63.3					
		2	2	30	21.0	6.8	21.3	5.6	4.3	4.3	63.3					
	2	2	2	30	21.2	6.0	23.4	3.8	5.1	3.9	63.4	254.4	4	7,300	1,825	0,768
		2	2	30	20.3	4.9	23.4	4.9	4.0	3.5	61.0					
		2	2	30	21.9	5.1	23.8	4.0	4.7	2.4	61.9					
		2	2	30	21.4	5.4	24.9	4.3	6.9	5.2	68.1					
	3	2	2	30	24.0	7.5	25.5	5.6	3.3	3.3	69.0	356.2	5	7,650	1,530	1,050
		2	2	30	25.0	4.4	24.9	6.0	2.9	3.9	67.1					
		2	2	30	23.6	6.1	24.8	5.8	4.9	5.3	70.5					
		2	2	30	21.3	5.8	25.0	8.1	5.8	7.2	73.2					
		2	2	30	26.0	6.4	24.5	7.3	7.3	4.9	76.4					
	4	2	2	30	23.8	3.2	25.8	7.4	4.0	2.9	67.1	347.8	5	8,960	1,792	1,061
		2	2	30	24.5	5.8	25.7	4.9	3.2	3.4	67.5					
		2	2	30	24.1	5.7	25.9	4.6	3.2	3.2	66.7					
		2	2	30	25.3	6.1	26.0	7.5	4.0	6.9	75.8					
		2	2	30	21.3	6.3	25.6	8.3	5.1	4.1	70.7					
	小計 (17サイクル)				386.6	95.5	414.4	98.3	77.4	72.9	1145.1	1,145.1	17	29,425	6,985	3,455
	平均				22.7	5.6	24.4	5.8	4.6	4.3	67.4	67.4			1,730	
	合計 (47サイクル)				1056.8	377.2	1077.7	261.1	205.2	190.9	3168.9	3,168.9	47	80,270		10,385
	平均				22.5		22.9	5.5	4.3	4.1						

表-2 含 水 比 (JISA1203による)

分 類	資料 番号	湿 潤 土 + 容 器 重 量 (g)	乾 燥 土 + 容 器 重 量 (g)	容 器 重 量 (g)	含 水 比 (%)
地 山	1	3 6.2 2	2 4.9	1 6.4	1 3 2.6
	2	3 7.8 7	2 5.4	1 6.2	1 3 4.2
	3	3 8.1 7	2 6.7	1 7.4	1 1 2.0
タ ン プ ト ラ ツ ク 積 載 時	1	9 2.8 7	7 5.2	6 1.6	1 3 1.0
	2	5 3.6 1	4 1.8	3 2.7	1 2 9.8
	3	5 6.2 0	4 3.6	3 3.7	1 2 7.3

表-3 土の単位体積重量 (モールド法)

分 類	資料 番号	湿 潤 度 + 容 器 重 量 (g)	容 器 重 量 (g)	湿 潤 土 重 量 (g)	容 器 容 積 (cc)	土の湿潤単位 体積重量(g/cm^3)
地 山	1	1, 1 7 1	4 5.1 3	1, 1 2 6	1, 0 0 0	1, 1 2 6
	2	1, 2 5 5	4 5.5 0	1, 2 1 0	1, 0 0 0	1, 2 1 0
	3	1, 3 0 6	4 3.7 0	1, 2 6 2	1, 0 0 0	1, 2 6 2
	4	1, 2 4 5	4 3.7 0	1, 2 0 1	1, 0 0 0	1, 2 0 1
	5	1, 2 0 0	4 5.8 6	1, 1 5 4	1, 0 0 0	1, 1 5 4
タ ン プ ト ラ ツ ク 積 載 時	1	2, 8 5 0	4 7.1 0	2, 8 3 0	3, 0 0 0	0.9 3 4
	2	2, 6 9 5	4 5.2 6	2, 6 5 0	3, 0 0 0	0.8 8 3
	3	2, 6 6 0	4 2.4 8	2, 6 1 7	3, 0 0 0	0.8 7 2
	4	2, 6 9 5	4 4.2 0	2, 6 5 1	3, 0 0 0	0.8 8 4
	5	2, 6 7 0	4 3.6 5	2, 2 3 4	3, 0 0 0	0.7 4 5
	6	2, 7 9 5	4 2.0 0	2, 7 5 3	3, 0 0 0	0.9 1 8

表-4 貫入抵抗

打撃 回数	測定 No.1 沈下量 (mm)	測定 No.2 沈下量 (mm)	測定 No.3 沈下量 (mm)	測定 No.4 沈下量 (mm)	測定 No.5 沈下量 (mm)
5	5	40	65	50	80
5	110	75	105	95	125
10	205	140	180	160	205
10	285	190	250	205	265
10	300	235	300	260	300
10	380	280	355	300	345
10	460	360	410	355	400
10		340		420	
10		400			

4. 考 察

トラクタシヨベルの時間当り作業量は通常次式により表している。

$$Q = \frac{3600 \times q \times f \times K \times E}{cm} \quad m^3/h$$

Q : 時間当作業量 (地山) m^3/h

q : バケツ容量 m^3

f : 土量の変化率

K : バケツの容積効率

E : 作業時間効率

cm : サイクルタイム (S)

今回の測定においては、作業時間がすべて実作業時間と考えられるから $E=1$ である。

また、 $q \times f \times K (m^3)$ は一サイクル当りの作業量 (地山) を表わし、土の密度を $\gamma t/m^3$ とすると、

$$g = \gamma \times q \times f \times K \quad (t)$$

は一サイクル当りの作業量 (t) を表わす。

今回の測定ではこの g が得られており、これより t/h で表わした時間当り作業量を $G t/h$ とすると、

$$G = \frac{3600 \times g}{cm} \quad (t/h)$$

で求められる。

表-1 より掘削対象土がほぐした状態の場合

$$g_1 = 1.73 t$$

掘削対象土が地山の場合

$$g_2 = 1.69 t$$

今回の測定で得られた作業時間のうち掘削以外の移動、排土等の所要時間は掘削対象土の状態に関係しないと考えられる。

これ等の数値は表-1の全体平均より、次の如く求められる。

前 進	22.5
後 退	22.9
待 期	5.5
排 土	4.3
待 期	4.1
計	59.3

また、表-1より掘削所要時間は掘削対象土がほぐした状態の場合5.6(S)、掘削対象土が地山状態の場合9.4(S)と求められるから、サイクルタイムとしては掘削対象土ほぐした状態の場合 $cm_1 = 64.9(t)$ 、掘削対象土地山の状態の場合 $cm_2 = 68.7(S)$ を得る。

この g_1, g_2 ; cm_1, cm_2 ; よりそれぞれの時間当作業量を求めると、掘削対象土ほぐした状態の場合

$$G_1 = 95.9 \text{ t/h}$$

掘削対象土地山の状態の場合 $G_2 = 88.6 \text{ t/h}$

を得る。この試験の結果では $G_2/G_1 = 0.9$ となる。

今回の相違は g_1 と g_2 の間には殆んど相違がなく cm_1 と cm_2 の相違が G_1, G_2 の相違になつて表われたものと考えられる。

今回の試験ではトラツククシヨベルの移動距離が30mあり比較的長いいため両条件に共通の前進、後退の占める割合が大きく掘削時間の差の影響が表われにくい傾向にあつた。

サイクルタイムを構成する各作業時間のうち、掘削、排土、待期は固定時間と考えられ、前進、後退時間が移動距離に関係すると考えられる。前進、後退時間のうちに占める加速、減速時間は無視し、これらは移動距離 $\ell(m)$ に比例すると考えると、それぞれの状態ではサイクルタイムは、

掘削対象土ほぐした状態の場合

$$cm_1 = 5.6 + 4.3 + 5.5 + 4.1 + (22.5 + 22.9) \times \frac{\ell}{30} = 19.5 + 1.51 \ell$$

掘削対象土地山状態の場合

$$cm_2 = 9.4 + 4.3 + 5.5 + 4.1 + (22.5 + 22.9) \times \frac{\ell}{30} = 23.3 + 1.51 \ell$$

で表わされる。

したがつて移動距離に対応する時間当作業量はそれぞれ

$$G_1 = \frac{3,600 \times 1.73}{19.5 + 1.51 \ell} \quad \text{t/h}$$

$$G_2 = \frac{3,600 \times 1.69}{23.3 + 1.51 \ell} \quad \text{t/h}$$

で表わされ、これを図示すると、図-2のとおりである。

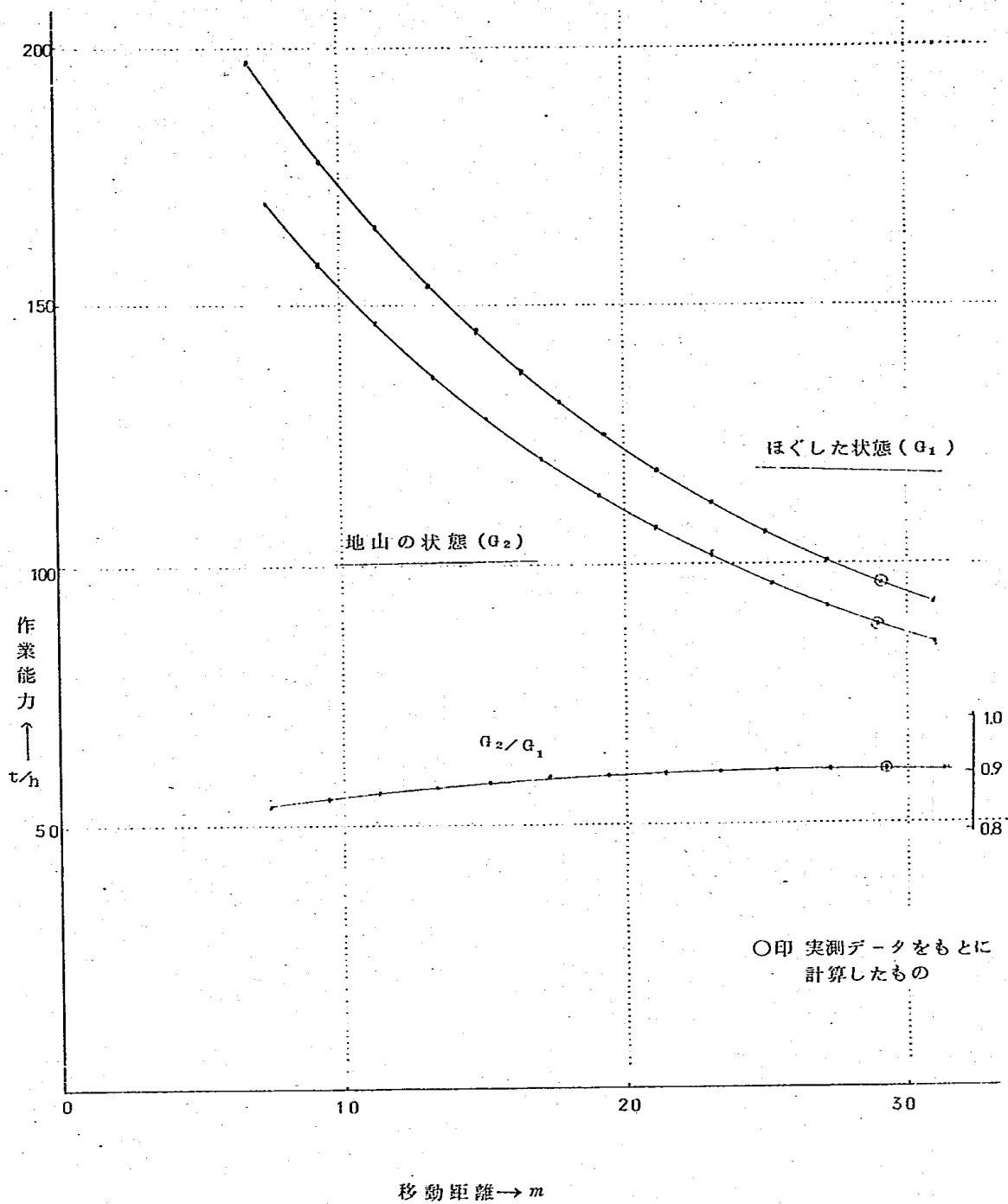
次に燃料消費量を比較すると、表-1より

掘削対象土ほぐした場合	総作業量	29,425 t
	総燃料使用量	3,455 ℓ
	作業量当り燃料消費量	0.12 ℓ/t
掘削対象土地山の場合	総作業量	50,795 t
	総燃料使用量	6,930 ℓ
	作業量当り燃料消費量	0.14 ℓ/t

この差は地山 1 m の掘削にこのトラクターショベルでは燃料 0.02 ℓ 必要なことを示すものと考えられる。

これらのことより掘削対象土が地山の場合は時間当作業量も減少し、また燃料消費量は増加することが明らかにされた。したがって土量の多い場合には補助機械を投入した方が有利の場合が考えられ、この種の資料を集積すれば作業限界も明らかにされられると思われる。今回はその一例の資料であり、これだけから、種々の結論をだすのは危険であるが解決の一方途を示すものとする。

図 - 2 トラクションベル作業能力曲線 (移動距離 - 作業量)



〔課題統合について〕

機械研究室における土木研究所費の研究課題としては昭和40年度までは「建設機械の作業性能に関する研究」（昭和39年度までは「建設機械の性能試験方法に関する研究」）「建設機械の性能向上に関する研究」の2課題及び特別研究として「湿雪地帯における除雪機構に関する研究」とがあり、作業性能に関する研究では建設機械の諸特性の把握及び、このための試験方法についての検討がなされ性能向上に関する研究では建設機械の性能におよぼす諸因子を解明するとともに、その性能向上についての研究がなされてきた。また特別研究においては我が国、特に本州日本海側に多い、いわゆる湿雪に対し効果的な除雪機械を見出すための研究がなされてきた。

これらの研究は相互に密接な関連があり、あえて分割した課題として研究をすゝめる必要もないと考えられるので、昭和41年度よりは「建設機械の性能等に関する研究」として統合し内容としては建設機械類の特性の把握、適応作業の検討、性能向上のための指導、標準化の推進、作業能力の算定方法の解明、工費の積算方式の検討等を取り上げ、機種別の年次計画を立て、順次ダム工事用機械、トンネル工事用機械、などについても研究対象、機種としてとりあげていきたいと考えている。

土木研究所費 年度別研究実施内容一覧(その1)

課 題 名 年 度	建設機械の作業条件と 所要出力の研究	建設機械の性能試験方 法に関する研究	建設機械の作業性能に 関する研究
	建設機械の各種作業条 件に対する所要出力の 関係を研究する	建設機械の性能、構造、 耐久性、および建設工 事に対する適応性の試 験を計画的に行うため の性能試験実施要領を 作成する	各種建設機械の作業性 能を把握し各作業条件 に対する適応性を検討 する
36	ブドーザ、モータスクレ ーバについて作業中の 所要出力を求めた	_____	_____
37	モータグレーダ、トラクタ シヨベル スクレーブドーザにつ いて作業土量と所要出 力の関係を検討したト ラクタシヨベルは積込 位置による作業能力差 および走行トルクを実 施した	_____	_____
38	_____	小形ブルドーザ、シヨベル コンプレッサ、複合ロー ラ転圧、性能試験法(案) を作成した 報向書(38-9)ブルド ーザ作業試験方法	_____
39	_____	ブルドーザ、スイングシヨベ ル、トラクタシヨベル、 シヨベルローダ、スクレー ブドーザなどの性能試 験結果および文献資料 よりその性能試験方法 について検討した	_____
40	_____	_____	トラクタシヨベルにつ いて、ほぐした土およ び地山土の積込み性能 を研究した 報告書 (本報告書)

土木研究所費 年度別研究実施内容一覧(その2)

課 題 目 的 年 度	機械の主要部材の摩 耗および耐用命数に 関する研究	建設機械の性能向上 に関する研究	除雪機械に関する研 究	湿雪地帯の除雪機 に関する研究
	荷動、振動、塵埃な ど苛酷な条件の下で 使用される建設機械 の主要部材について、 摩耗耐用命数を実験 的に究明し部品使用 限度、交換基準作成 の資料とする	左に同じ	湿雪を対象とし、各 種除雪機械について、 除雪機構を究明する	左に同じ
36	軸受寿命におよぼす 動荷重の影響を究明 した	————	————	————
37	軸受寿命におよぼす 動荷重の影響を究明 した 金属摩耗試験装置を 試作した	————	オーガ、プロワ形に ついて3種類のオー ガを交換し実験を行 った	————
38	————	軸受寿命におよぼす 動荷重の影響をまと めた 報告書(38-13) 動荷重試験機による 軸受寿命試験	————	プロワ形除雪機につ いて3種類のプロワ を交換し実験を行っ た
39	————	建設機械用部材 FC 材、SS 材について 摩耗試験を実施した	————	プロワ形除雪機につ いて3種類のプロワ を交換し、実験を行 ない、結果のとりま とめを行った 報告書(39-11) プ ロワ型ロータリ除雪 車の研究
40	————	ブルドーザのけん引 性能、作業性能、土 工板容量の検討を行 った 報告書(本報告書)	————	オーガ、プロワ形除 雪機について2種の オーガを交換し、実験 を行った 報告書(41年度に とりまとめ中)