

## 建設の機械化について〔V〕

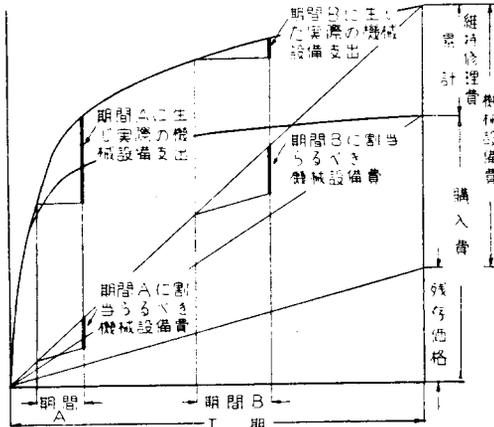
正 員 伊 丹 康 夫\*

## 8. 機械および施工の経済的諸問題

## 1. 機械設備費の性格

一般に機械設備費は工事費のうちの一要素であり、償却費と維持修理費とから成立つものと考えられている。しかし機械設備費の実際に起る支出は機械設備の購入の際に集中するため、支出の期間的配分がいちじるしく偏つてくる。元来償却という観念はこのような偏りをなくするために生じてきたもので、資産に投入した支出を通常経費と同格に取扱うための手段である。従つて工事費を数期に分けて考えるときに、その一要素として取扱われる機械設備費はその期間に割当てられるべき償却費と修理費の和であつて、決してその期間に購入した機械設備の価格と、その期間に支出した修繕費の和ではない。この関係を図示すれば図-1 のようになる。

図-1



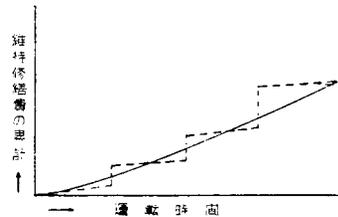
つまり元来機械設備の購入費は資本的支出であり、維持修繕費は資本的支出に相当する部分と経費的支出に相当する部分から成立つものであるから、これらを労力費、材料費、間接費のような経費と同格に取扱うべきでない。

\* 電源開発KK土木部機械課長代理

## 2. 購入費、修理費、使用料、残存価格、償却費等の関係

(1) 運転時間と維持修理費の関係 機械設備が予定された効用を持続するためには、どうしても維持修理を加えてゆかねばならない。機械設備は耐久度を異にする多くの部分から構成されているから、維持修理費と運転時間の関係はこれらの部分を修理するため

図-2



の費用とこれらの部分の耐久度の組合せで変つてくる。しかし程度の差はあるが傾向としては図-2の実線に示すように運転時間が長くなるほど維持修理費が高んでくる。

また比較的大きな修理はときどき行われ、その効果はそれ以後の運転時間に現われるものであるから、実際に起る維持修理の支出は決して期間的に均等に配分されない。すなわち図-2に点線で示すごとく、たまたま大きな修理が起つた期間には、それだけ経費が大きくなるので、この不均衡を均等化して考える必要がある。図-2の実線がそれである。

(2) 修理費累計  $R(x)$  使用料等の算定公式を求めるために、購入費と修理費と運転時間の関係から基本式を求める(図-3参照)。

$P$  ……購入費

$R(x)$  ……運転時間  $x$  までの修理費の累計

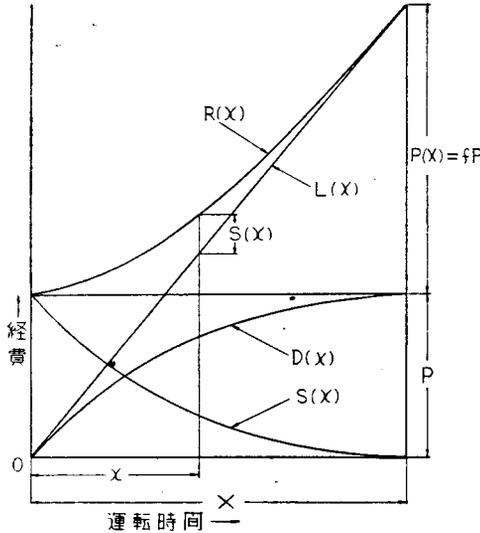
$X$  ……経済的耐用時間

註：経済的耐用時間……機械を購入したのちたえず修理を加えてゆかねばならない。ところが運転時間が経過するにつれて、修理費の割合が大きくなる傾向があるので、運転時間当りの購入費と修理費を合計した値は、一定の運転時間が経過したときに最小の値をとる。このような運転時間を経済的耐用時

間という。

従つて修理費累計曲線は運転時間が0のとき修理費の累計が0を起点とした曲線で、 $m, n$ を機種により異なる任意の常数として、次の関係式が求められる。

図-3



$$R(x) = m \cdot x^n \cdot P \dots (1)$$

経済的耐用時間までの修理費の累計の購入費に対する割合を  $f$  とすると

$$R(X) = f \cdot P \dots (2)$$

経済的耐用時間  $X$  は  $R(x)$  の曲線に原点より切線を引いた切点の示す時間であることにより

$$\left. \frac{dR(x)}{dx} \right|_{x=X} = m \cdot n \cdot X^{n-1} \cdot P = \frac{1+f}{X} \cdot P \dots (3)$$

(1), (2) 式を (3) 式に代入して

$$m \cdot X^n \cdot (n-1) = 1$$

$$f \cdot (n-1) = 1$$

$$n = 1 + \frac{1}{f} \dots (4)$$

修理費累計  $R(x)$  は (1), (2) および (4) 式の関係から

$$R(x) = f \cdot P(x/X)^{(1+1/f)} \dots (5)$$

(3) 時間当り修理費  $r(x)$  (5) 式を微分して

$$r(x) = f \cdot P \cdot \left(1 + \frac{1}{f}\right) \left(\frac{x}{X}\right)^{(1+1/f)} \frac{1}{x} \dots (6)$$

(4) 使用料累計  $L(x)$

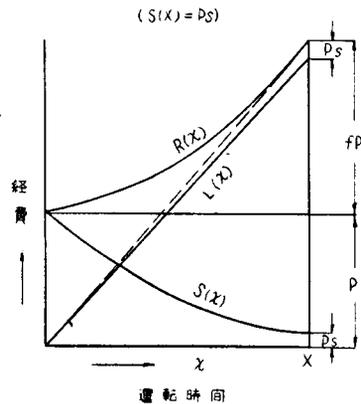
a) スクラップ価格を0とした場合：経済的時間における残存価格  $S(X)$  にスクラップ価格を考えない場合は、図-3に示されているごとく、使用料の累計は原点から  $R(x)$  曲線に切線を引き、その切点が経済的

耐用時間  $X$  であることから (2) 式を用い

$$L(x) = \{R(x) + P\} \cdot \left(\frac{x}{X}\right) = (1+f) \left(\frac{x}{X}\right) \cdot P \dots (7)$$

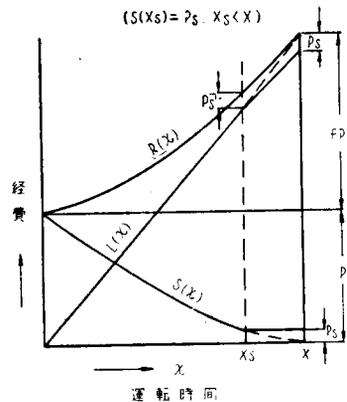
註：米国における考え方は以上のように、経済的耐用時間における残存価格を0として計算している。しかし、経済力貧弱なわが国では経済的耐用時間における残存価格を0と考えることは適当でなく、スクラップ価格  $P_s$  だけ残ると考えねばならない。この場合、経済的耐用時間のときに残存価格がちょうどスクラップ価格になる場合 (図-4 参照) と、残存価格が経済的耐用時間より短い  $X_s$  時間においてスクラップ価

図-4



格になり、以後、経済的耐用時間までは残存価格が変化しない場合 (図-5 参照) の二通りを考えればよい。しかし実用的には、経済的耐用時間において残存価格がスクラップ価格となるとするのがよい。

図-5



b) 経済的耐用時間において残存価格がスクラップ価格となる場合 ( $S(x) = P_s$ ): 前項の註および図-3の関係より

$$L(x) = \{R(X) + P - P_s\} \left(\frac{x}{X}\right) = \left(1 + f - \frac{P_s}{P}\right) \left(\frac{x}{X}\right) P \dots\dots\dots (8)$$

(5) 時間当り使用料  $I(x)$  建設機械の耐用限度を時間数で定めている機械については、使用料についても時間当り使用料を定めておく必要がある。なお日当り、月当り等の使用料により算定する必要がある場合においても、時間当り使用料を基礎にして行わねばならない。

時間当り使用料は使用料累計を使用時間で除したもので、運転時間に比例するものとする。すなわち

$$I(x) = \frac{L(x)}{x}$$

従つて (7) 式の使用料累計に対する 時間当り使用料は次のごとく表わされる。

$$I(x) = (1+f) \cdot \frac{P}{X} \dots\dots\dots (9)$$

(8) 式については同様に

$$I(x) = \left(1 + f - \frac{P_s}{P}\right) \cdot \frac{P}{X} \dots\dots\dots (10)$$

註：購入して経済的耐用時間まで使用する途中において物価が変動し、修理費の物価変動および購入価格の評価がえを考慮した使用料を算定する必要があることがある。この算定方法については記述を省略するが、次の図書を参照されたい。

「建設機械使用料の算定法並びにブルドーザによる使用料算定の実例」

日本建設機械化協会，技術講演会資料（昭 30.4）  
「ブルドーザ土工の設計及施工」伊丹康夫著  
技報堂刊（昭. 30. 10）

(6) 残存価格  $S(x)$

$$S(x) = P + R(x) - L(x) = P \left\{ 1 + f \cdot \left(\frac{x}{X}\right)^{(1+1/f)} - (1+f) \cdot \left(\frac{x}{X}\right) \right\} \dots\dots\dots (11)$$

(7) 償却費累計  $D(x)$

$$D(x) = P - S(x) = L(x) - R(x) = P \left\{ (1+f) \left(\frac{x}{X}\right) - f \cdot \left(\frac{x}{X}\right)^{(1+1/f)} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

3. 中古機械の使用料の算定

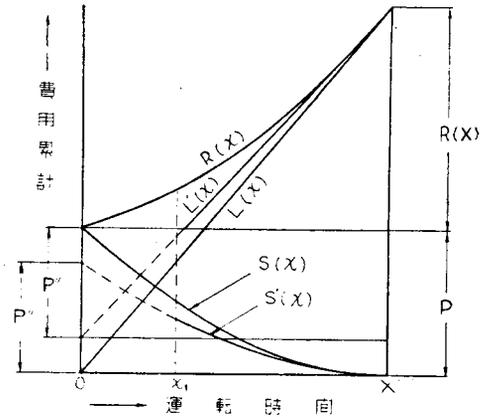
(1) 残存価格と購入価格 運転時間累計  $x_1$  の機械（ただし整備が完全にされているもの）を購入価格  $S'(x_1)$  で入手したとすると、 $x_1$  時間使用した機械の残存価格  $S(x_1)$  は (11) 式より

$$S(x_1) = P \cdot \left\{ 1 + f \cdot \left(\frac{x_1}{X}\right)^{(1+1/f)} - (1+f) \cdot \left(\frac{x_1}{X}\right) \right\} \dots\dots\dots (13)$$

(13) 式と同じ残存価格率で残存価格  $S'(x)$  とする新品購入価格を  $P'$  とすると（図-6参照）

$$S'(x_1) = P' \cdot \left\{ 1 + f \cdot \left(\frac{x_1}{X}\right)^{(1+1/f)} - (1+f) \cdot \left(\frac{x_1}{X}\right) \right\} \dots\dots\dots (14)$$

図-6



従つて

$$P' = P \frac{S'(x_1)}{S(x_1)} \dots\dots\dots (15)$$

中古機械を購入する場合の適正価格は、その機械の状態および市場の需給状態によるが、理論的には (13) 式による  $S(x_1)$  により算定できる。しかし実際は 図-2 における点線と実線のくい違いがあるとおり、実際の残存価格が (13) 式の結果と異なる場合がある。この現象は経済的耐用時間までに行う定期的大整備の回数が少なく、かつ整備費が嵩む場合に顕著である。従つてこのような場合はそのときまでの経費の実績から、図-3 の理論的關係により求めるべきである。

(2) 使用料累計  $L'(x)$  中古機械としての使用料累計  $L'(x)$  は、スクラップ価格を考えない場合は

$$L'(x) = (P' + fP) \cdot \left(\frac{x}{X}\right) \dots\dots\dots (16)$$

すなわち

$$L'(x) = \left\{ \frac{S'(x_1)}{S(x_1)} + f \right\} \cdot \left(\frac{x}{X}\right) \cdot P \dots\dots\dots (17)$$

スクラップ価格  $P_s$  を計算に入れた場合 ( $S(X) = P_s$ ) は

$$L'(x) = \left\{ \frac{S'(x_1)}{S(x_1)} + f - \frac{P_s}{P} \right\} \left(\frac{x}{X}\right) \cdot P \dots\dots\dots (18)$$

(3) 時間当り使用料  $I'(x)$  は

$$I'(x) = \left\{ \frac{S'(x_1)}{S(x_1)} + f \right\} \frac{P}{X} \dots\dots\dots(19)$$

スクラップ価格  $P_s$  を計算に入れた場合 ( $S(X) = P_s$ ) は

$$I'(x) = \left\{ \frac{S'(x_1)}{S(x_1)} + f - \frac{P_s}{P} \right\} \frac{P}{X} \dots\dots\dots(20)$$

4. 管理費を考慮した使用料の算定

管理費については、購入価格に対する利子、保険、税金、格納及び保管に要する経費その他機械運営上、機械使用料に割掛けられる必要がある経費を対象とする。

年間の管理費は年間の運転時間に割振られるため、年間の標準使用料及び時間当り使用料を算定するには、年間標準運転時間  $\bar{N}_x$  を定めておかねばならない。いま、年間の管理費の購入費に対する率、すなわち年基準管理率を  $C$  とすると、年間標準使用料及び時間当り使用料は次のごとく表わされる。

(1) 年間標準使用料  $L(\bar{N}_x)$

a) スクラップ価格を考えぬ場合……(7) 式参照

$$L(\bar{N}_x) = \left\{ (1+f) \cdot \frac{\bar{N}_x}{X} + C \right\} \cdot P \dots\dots\dots(21)$$

b) スクラップ価格  $P_s$  を計算した場合……(8) 式参照

$$L(\bar{N}_x) = \left\{ \left( 1+f - \frac{P_s}{P} \right) \cdot \frac{\bar{N}_x}{X} + C \right\} \cdot P \dots\dots\dots(22)$$

(2) 時間当り使用料  $I(x)$

a) スクラップ価格を考えぬ場合……(9) 式参照

$$I(x) = \left\{ (1+f) \frac{1}{X} + \frac{C}{\bar{N}_x} \right\} \cdot P \dots\dots\dots(23)$$

b) スクラップ価格  $P_s$  を計算した場合……(10) 式参照

$$I(x) = \left\{ \left( 1+f - \frac{P_s}{P} \right) \cdot \frac{1}{X} + \frac{C}{\bar{N}_x} \right\} \cdot P \dots\dots\dots(24)$$

(3) 管理費と年間運転時間の関係 (24)式にお

いて管理費と年間標準運転時間の関係を解析するため、 $C$  と  $\bar{N}_x$  とを変化させた場合、時間当り使用料率  $\left( 1+f - \frac{P_s}{P} \right) \frac{1}{X} + \frac{C}{\bar{N}_x}$  の値をグラフに表わせば 図-7 のとおりである。

図-7 により明らかとなっており、年基準管理率  $C$  が 2 倍となつた場合、同じ使用料を定めようためには年間標準運転時間  $\bar{N}_x$  を 2 倍になるように稼働させねばならない。従つて管理費 15% の会社が、購入資本に利子を要しない管理費 5% の事業 (政府機関) と使用料を同額にするためには、年間標準運転時間を 3 倍となるごとく稼働させねばならないことは、図-7 の点、A、B を対照してみると明らかである。

註：使用料に割掛けられる管理費は運営形態の差異によりその所要率が異なる。年基準管理率  $C$  の値は購入費に対する金利 10%、管理のための運営費その他として購入費の 5%、計 15% が最低限必要であると考えられる。米国では金利 5% として計 11% が平均であるといわれている。

5. 使用料、償却費、修理費の実例

すでに述べたとおり、時間当り使用料を (24) 式、時間当り修理費を (6) 式により算定し、前者から後者を差引くことにより時間当り償却費を求めることができる。この算定方法により、代表的な建設機械の 12 種の使用料を計算すると 表-1 (a) 及び (b) のとおりである。

表に記載してある経済的耐用時間  $X$  及び  $X$  までの修理費累計率  $f$  及び標準年間運転時間  $N_x$  の値は、米国 A.G.C.A. の Contractors' Equipment Ownership Expense の資料及びわが国での実績を参考として著者が定めたものである。この計算に用いたスクラップの価格  $P_s$  は購入価格  $P$  の 3% とした。

この表で使用料は管理費が 0%、5%、10%、15% の 4 種類について計算してある。また償却費は年とともに逓減し、修理費は年とともに漸増しているが、いづれも各年間の償却費累計及び修理費累計を求め、これらを標準年間運転時間で除したものを各年次におけるそれぞれの率として算定してある。従つて本表に記載されている品名、規格に適合する機械ならば、適宜購入価格をあたえて、該当の率を購入価格に掛けることにより時間当り使用料、償却費及び修理費を求めることができる。本表においては一例として購入価格に数値をあたえて計算を試みたものである。

図-7

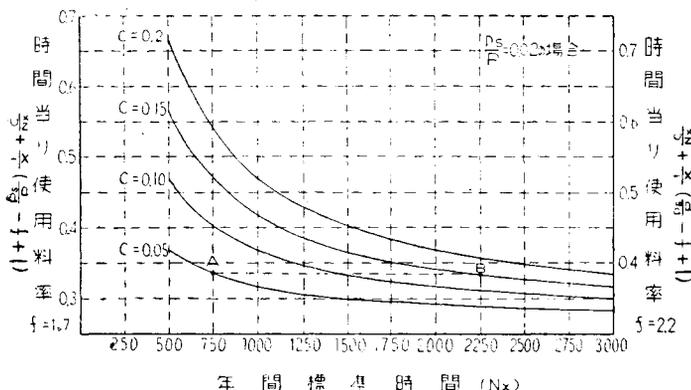


表-1 (a) 時間当り使用料, 償却費, 修理費一覧表 (その 1)

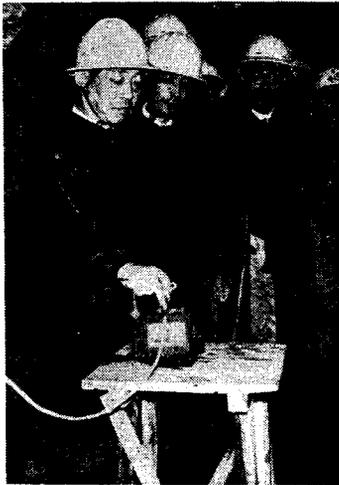
品名		空気圧縮機	ミキサー		ジャイレトリークラッシャー		ディーゼル機関車		ダンプトラック		タービンポンプ 渦巻ポンプ サンドポンプ		
規格		行程容量 4.4~16 m <sup>3</sup> /min	E 10~34 切				~10 t		D 6~15 t		E <sub>3</sub> 3/4~8" 可搬式		
経済的耐用時間 X		17 500	22 000		21 000		14 000		11 000		21 500		
Xまでの修理費累計率 f		2.0	1.6		2.0		2.0		1.6		2.4		
標準年間運転時間 N <sub>x</sub>		900	1 200		900		1 200		1 200		900		
購入価格 P		1 520 000 (16 m <sup>3</sup> /min)	1 900 000 円 (28 切)		8 500 000 円 (13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 60" 97 t/h)		2 230 000 円 (8 t)		12 000 000 円 (15t ユークリッド)		100 000 円 (3" 渦巻)		
		率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	
使用料	管理費 0%	170	258円	117	222円	141	1 199円	212	473円	234	2 808円	157	16円
	" 5%	226	344	159	302	197	1 675	254	566	276	3 312	223	22
	" 10%	282	429	201	382	253	2 151	296	660	318	3 816	269	27
	" 15%	338	514	243	462	309	2 627	338	754	360	4 320	325	33
	1 年次	143	217	105	200	121	1 029	169	377	197	2 364	128	13
2 "	123	187	92	175	105	893	137	306	162	1 944	107	11	
3 "	109	166	83	158	94	799	112	250	128	1 536	95	10	
4 "	98	149	75	143	83	706	95	212	102	1 224	86	9	
5 "	89	135	67	127	76	646	79	176	80	960	78	8	
6 "	80	122	60	114	69	587	65	145	60	720	72	7	
7 "	71	108	54	103	63	536	51	114	41	492	66	7	
8 "	62	94	48	91	58	493	40	89	23	276	60	6	
9 "	54	82	42	80	53	451	29	65	7	84	54	5	
10 "	46	70	36	68	48	408	18	40	1	12	48	5	
償却費	1 年次	27	41	12	23	20	170	43	96	37	444	29	3
	2 "	47	71	25	48	36	306	75	167	72	864	50	5
	3 "	61	93	34	65	47	400	100	223	106	1 272	62	6
	4 "	72	109	42	80	58	493	117	261	132	1 584	71	7
	5 "	81	123	50	95	65	553	133	297	154	1 848	79	8
	6 "	90	137	57	108	72	612	147	328	174	2 088	85	9
	7 "	99	150	63	120	78	663	161	359	193	2 316	91	9
	8 "	108	164	69	131	83	706	172	384	211	2 532	97	10
	9 "	116	176	75	143	88	748	183	408	227	2 724	103	10
	10 "	124	188	81	154	93	791	194	433	233	2 796	109	11

表-2 (b) 時間当り使用料, 償却費, 修理費一覧表 (その 2)

品名		ディーゼルショベル	ブルドーザ		モーターグレーダ		バッチャープラント		トラッククレーン		ワゴンドリル		
規格		~0.6 m <sup>3</sup>	D 51~90 HP				可搬式		D.G 13~25 t				
経済的耐用時間 X		10 000	9 000		12 000		16 500		11 500		14 500		
Xまでの修理費累計率 f		1.6	1.6		2.0		1.6		1.6		1.9		
標準年間運転時間 N <sub>x</sub>		1 350	1 200		1 200		900		1 050		1 050		
購入価格 P		8 500 000 円 (0.6 m <sup>3</sup> )	4 000 000 円 (60 HP)		4 900 000 円 (80 HP)		900 000 円 (21 切)		12 600 000 円 (18 t)		810 000 円 (DW 50 型)		
		率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	率 × 10 <sup>-6</sup> 価格	
使用料	管理費 0%	257	2 185円	286	1 144円	248	1 215円	156	140円	223	2 810円	198	160円
	" 5%	294	2 499	327	1 308	290	1 421	212	191	271	3 415	246	199
	" 10%	331	2 814	368	1 472	332	1 627	268	241	319	4 019	294	238
	" 15%	368	3 128	409	1 636	374	1 833	324	292	368	4 637	342	277
	1 年次	27	41	12	23	20	170	43	96	37	444	29	3

償 却 費	1	年次	212	1 802	237	948	196	960	140	126	192	2 419	166	134
	2	〃	161	1 369	180	720	152	745	123	111	158	1 991	134	109
	3	〃	124	1 054	143	572	122	598	110	99	133	1 676	116	94
	4	〃	93	791	107	428	100	490	100	90	110	1 386	99	80
	5	〃	64	544	76	304	80	392	90	81	89	1 121	83	67
	5	〃	40	340	47	188	61	299	81	73	68	857	69	56
	7	〃	20	170	25	100	43	211	72	65	53	668	56	45
	8	〃	3	26	5	20	26	127	64	58	38	479	45	36
	9	〃					11	54	56	50	29	328	35	28
	10	〃					0	0	43	43	15	189	26	21
修 理 費	1	年次	45	383	49	196	52	255	16	14	31	390	32	26
	2	〃	96	816	106	424	96	470	33	30	65	819	64	52
	3	〃	133	1 131	143	572	126	617	46	41	90	1 134	82	66
	4	〃	164	1 394	179	716	148	725	56	50	113	1 424	99	80
	5	〃	193	1 641	210	840	168	823	66	59	134	1 688	115	93
	6	〃	217	1 845	239	956	187	916	75	68	155	1 953	129	104
	7	〃	237	2 515	261	1 044	205	1 005	84	76	170	2 142	142	115
	8	〃	254	2 159	281	1 124	222	1 088	92	83	185	2 331	153	124
	9	〃					237	1 161	100	90	197	2 482	163	132
	10	〃					248	1 215	108	97	208	2 621	172	139

写真一1 竹山建設相の手で最後の発破  
スイッチが押される瞬間



(44ページより)

地質はほとんど頁岩で、火山活動によつて噴上げられたためにいちじるしく破砕し、その裂目には粘土をはさんでおり、頁岩は硅化作用をうけて硬化している。従つて、この状態が特に進んだ箇所では、1m 進行するのに7日もかかつた。

また、巻立コンクリートに使用する骨材は、トンネルのズリをインペラー・ブレーカーで破砕して使用している。

本トンネルは三国国道工事事務所が設計し、工事は飛鳥土木KKの施工によるものである。

本工事は昭和 32 年度竣工の予定で、工事費の総額は 350 000 000 円を見込んでいる。

(建設省三国国道工事事務所 神谷 洋・土屋雷蔵)

電源開発KK 伊丹康夫著 **ブルドーザ土工の設計および施工**【技報堂全書51】  
土木部機械課

B 6 判 158 ページ・8 ポイント一段組・上製 定価 200 円(〒 25 円)

★本書はブルドーザ・スクレーパ等による土工工事の体験とブルドーザ等に関する諸研究の成果、すなわち経済的に工事を施工するための、ブルドーザによる土工工事の計画・設計・施工および、施工の運営・管理等を洩らさず収録した現場マンの必読書!

発行所 東京都港区赤坂溜池5番地 **技 報 堂** 振替東京 10 番