ショベル爪の材質について

On the Materials of Dipper Teeth

割 石 官 市* 佐 藤 隆 志*
Kan'ichi Wariishi Takashi Sato

内 容 梗 概

ショベルに使われている耐摩耗部品の中で最も摩耗が激しく,また強じん性が要求される爪の材質は掘削する土質によって使い分けることが必要である。

すなわちダム建設工事など岩石の掘削には高マンガン鋳鋼が良く、小形ショベルの一般土砂掘削用には低Mn-Mo 鋳鋼および Cr-Mo 鍛鋼、さらに大形ショベルで激しいしゅう動摩耗を伴う場合には Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼の使用が望ましい。

これらの各材質について、それぞれ特長を説明し、設計および需要家の資料に供した。

1. 緒 言

近年大規模なダムの建設あるいは道路の新設工事などによって、 建設機械の需要はますます増加しているが、それに伴って建設機械 の寿命を左右する耐摩耗部品の材質に対しても厳格な要求がなされ てきている。

ショベルの耐摩耗部品の中で最も摩耗の激しいものは、ジッパの 先に取り付けて掘削を行い、直接土砂との摩擦を受ける爪であり、 耐摩耗性と同時にかなりの強じん性をも要求される。また、ショベルの掘削能率を左右する因子として、爪の耐摩耗性の問題、合理的 な形状の問題、あるいは一体形にするか先端部のみ取換えのできる 分割形にするかの構造の問題などがあり、諸外国はもちろんのこと 国内においても種々検討されているが、ここでは材質についてのみ 触れることにする。

各ショベル・メーカーの使用している爪の材質を調べてみると第 1表のように、高マンガン鋳鋼と低合金鋳鋼および低合金鍛鋼に大 別される。

日立製作所亀有工場においては当初,強度を全体に考えて Cr-Mo 鍛鋼製の爪を用いていたが、その後耐摩耗性および強度の研究によ り現在使用している爪の材質は第2表のような区分に従っており、 その形状は第1図に示すとおりである。

第2表に示されているように、 0.6 m^3 以下の小形ショベルでは一般に低 Mn-Mo 鋳鋼および Cr-Mo 鍛鋼を用い、 1.2 m^3 以上の大形ショベルには高マンガン鋳鋼を使用している。

すなわち 1.2m³以上のショベルでは岩石の掘削が多く、掘削中に相当大きな衝撃を受けるので、このような掘削には強じんでかつ加工硬化によって優秀な耐摩耗性を発揮する高マンガン鋳鋼が最も適している。また砂や粘土の掘削のようにしゅう動摩耗のみを受ける場合には、高マンガン鋳鋼はあまり適当でなく、熱処理によって表面を硬化させた低合金鋳鋼のほうが良い耐摩耗性を示すことが多い。以下これらの材質について若干の検討を加えることにする。

2. 高マンガン鋳鋼製爪について

2.1 一般的性質

高マンガン鋼はハドフィールド鋼ともいわれ、代表的な耐摩耗用 鋳鋼品として古くから用いられており、その化学組成および機械的 性質は第3表および第4表に示すとおりである。

高マンガン鋳鋼は鋳放し状態では**第2**図に示すように粒界および 粒内に炭化物が析出しているために、かたさはあるがもろいので通

* 日立製作所亀有工場

第1表 ショベル爪の使用材質

材	質	E	内	国		外
高マン鋳	ガン		J12, U16, U23 ½yd³,2½yd³	ビサイラス 51B マリオン 93M,1 372M コンウェイ		デマーク 2.5yd ⁸ アリスチャーマー・ プリストマン15G
低合金 また 低合金	は	日立 U03,U C社 0.3m ³ ,		ビサイラス 51B 150 アリスチャーマ・ リストマン	B - • プ	

第2表 日立ショベル爪の使用材質

e - m/_b	ジッパ	ショベル	1 爪材	質	
ョヘル形式	ジーッ パ 容量 (m³)	一般 土砂 用	岩	石	用
U 03	0.3	Cr-M	o 鍛鋼		
U06	0.6	Cr-M	o 鍛鋼		
U106	0.6	低 Mn-Mo 鋳鋼	1	高 Mn 鋳鈴	岡
U12	1.2	高 M	n 鋳鋼		
U16	1.6	高 M	n 鋳鋼		
U23	2.3	高 M	n 鋳鋼		

第3表 高マンガン鋼鋳鋼品の化学組成 (JIS 5131)

************		H		化 学	成 分	(%)	
種	類	記号	С	Si	Mn	P	S
高マンガン	1 種	SCMnH 1	0.90~ 1.30		>11.00	<0.100	<0.050
鋼鋳鋼品	2 種	SCMnH 2	0.90~ 1.20	< 0.40	11.00~ 14.00	<0.070	<0.040

第4表 高マンガン鋼鋳鋼品の機械的性質 (JIS 5131)

				熱処理	引 張 試	験	かたさ試験	曲げ	試験
種	類	記	号	焼 入	$\boxed{\sigma_B(kg/mm^2)}$	ε (%)	Нв	曲げ角度	内側 半径
高マンガン	1種	SCMr	nH 1	約1000°C 水 冷			170~ 223	150°	mm 25
鋼鋳鋼品	2 種	SCMr	nH 2	約1000℃ 水 冷	>75	>25	$170 \sim 223$	180°	mm 25

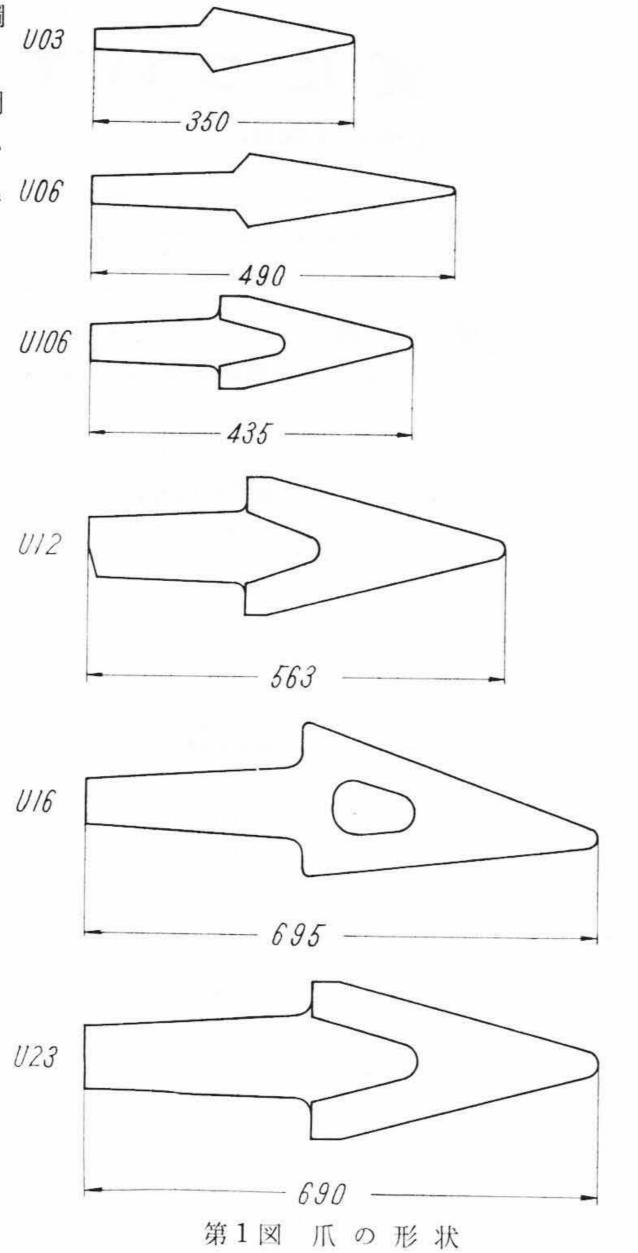
常 1,000℃ 以上に加熱してから水冷するいわゆる水じん処理を行って炭化物を完全に固溶させ、第3図のような均一なオーステナイト組織にして用いられる。

この均一なオーステナイト組織になってはじめて高マンガン鋼特 有の強じん性と加工硬化性を示すわけで、焼入、浸炭、窒化などの 表面硬化処理をした鋼と違って、表面が摩耗しても引き続き打撃あ るいは衝撃を受ければ、加工硬化層が次々と生成されて、常に硬化 層を維持して優秀な耐摩耗性を発揮するものである。その加工硬化 の状況を第5表にほかの鋼 種と比較して示す。

このように高マンガン鋼は初期の硬度は低いにもかかわらず、著しい加工硬化 U06 性を有しているので岩石の掘削などに用いる場合には非常にすぐれた耐摩耗性を示すが、加工硬化を伴わない砂や粘土などの掘削に対しては不適当な場合がある。

2.2 耐摩耗性

前述のように高マンガン 鋼のおもな組成はCおよび Mn で、その成分比 Mn/C が約10のものすなわち C 1.2%, Mn 12%前後のもの が多く使われてきている。 0/6 しかしながら, この成分の ものはじん性には富んでい るが硬度がやや低いために しゅう動摩耗に対して弱い という欠点がある。この欠 点を改良して耐摩耗性を向 上させる目的でほかの合金 元素の添加なしに Mn/Cの 成分比を種々変えて実験を 重ねた結果, Mn/C を 10以



下($7.5\sim10$)にすることによってほかの機械的性質を低下させることなく耐摩耗性を向上することができた。このことは,L. N. Podvoiskii の実験結果 $^{(2)}$ とも一致するもので,耐摩耗性を向上させるためにはオーステナイト組織をうるのに要する最小限のMn/Cの成分比をもつ高炭素含有量の組成を用いるべきである。しかしC1.3%以上の添加は衝撃値を急激に低下させる結果となるので注意しなければならない。

さらに爪の刄先を一部金型にて鋳造することによって組織の微細 化をはかり、なおいっそうの耐摩耗性の向上に成功した。

また、水じん処理後、冷間加工を受けないうちは耐摩耗性が低いので爪の刄先の表面にはショット・ピーニングをほどこしてショア硬度50以上に硬化させ、初期の耐摩耗性の低下を防止している。

2.3 合金元素添加による材質の改良

高マンガン鋼はその強じん性と著しい加工硬化性とによって優秀な耐摩耗材として用いられているが、初期硬度が低いことおよび降伏点が他の強じん鋼に比べて低いことは、この鋼の利用範囲をせまくしているものである。これらの欠点を改良する研究として種々の合金元素の添加が行われているが、まだ画期的な改良には成功していない現状である。

第5表 鋼の打撃による加工硬化 (2ポンド手持ちハンマーで試料を1時間打撃)(1)

錙			種		ブ	リネル	レかた	3	
			LE	打	撃	前	打	撃	後
高	マン	ガン	鋼		200			520~600	- 1131 - 113
141	炭	素	鋼		187			217	
高	炭	素	鋼		244	1		283	
2	13	A	鋼		250			280	



第2図 鋳放し状態の顕微鏡組織 (×100)



第3図 1,050°C 水じん処理後の顕微鏡組織 (×100)

すなわち初期硬度および降伏点の向上のためには、Cr, V などの添加が有効であると認められているが $^{(3)}$, 多量の添加はじん性の低下を招きまた、熱処理を困難ならしめている。

また、H. Krainer は N の添加による降伏点の向上を認め $^{(4)}$ 、さらに C、Si、Ni、Cr など 10元素の添加の影響を引張試験を中心に調べている $^{(5)}$ 。

筆者らの実験によると、NとCrおよびVとの複合添加は水じん 処理後の顕微鏡組織において、結晶粒内に微細な炭化窒化物を析出 させ降伏点および耐摩耗性の向上が認められた。

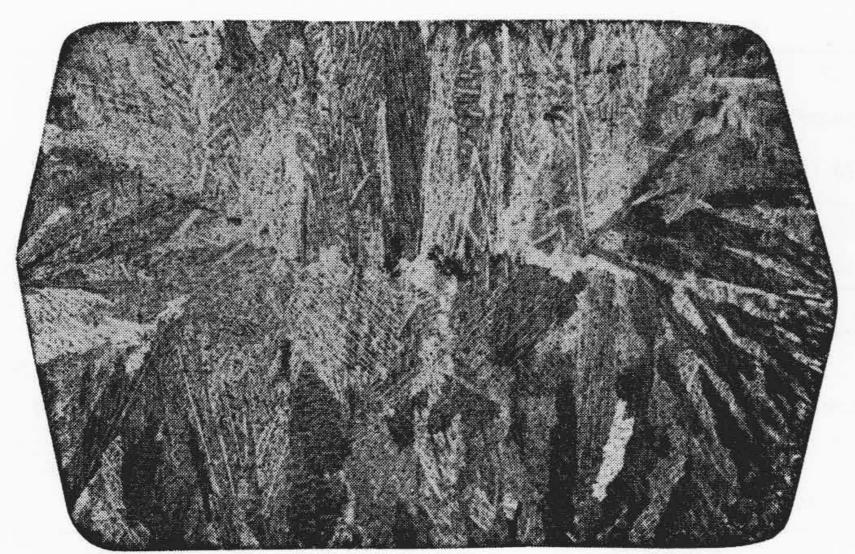
すなわち炭化物の生成なしに降伏点を向上させるためにはオーステナイト組織に固溶しやすいNを添加することが有効であるが,Nの単独添加は凝固の際にブローホールを生ぜしめて多量の添加が困難である。このためCrを複合添加してNの溶解度を高め,Cr12%添加することによって0.2%のNを固溶させ降伏点および耐摩耗性を向上させることができたが,1,150°Cの水じん処理によって δ Crの炭化物が粒界に残留するため強じん性を失う結果となった。

次に Fe-C-Mn-Cr 合金で水じん処理後炭化物を残留しない組織を求め高 C, 高 Cr 側では C 1.0%, Mn 12%, Cr 6%の組成を得た。この組成に N を 0.1%添加することによって降伏点の向上はみられたが耐摩耗性は顕著な差が見られなかったので、さらに V を 0.5%添加することにより、粒内に微細な炭化窒化物を生成して降伏点および耐摩耗性を向上させることができた。しかしながら標準組成の高マンガン鋼に比べて強じん性の低下は免れなかった。

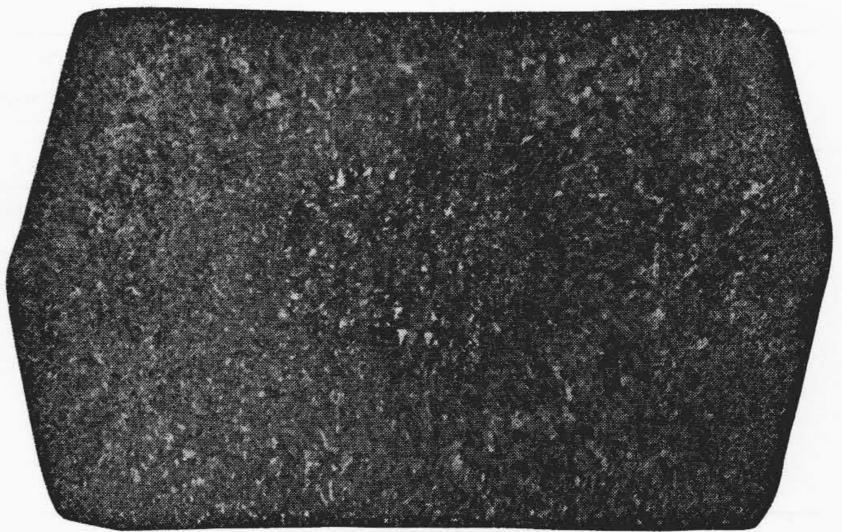
以上のように合金元素の添加によって材質の改良が試みられているが、いずれも高炭素の鋼に炭化物形成元素を添加しているためにじん性の低下を招いており、高マンガン鋼特有の強じん性を失わずに降伏点および耐摩耗性の向上ができれば、耐摩耗材としての利用範囲が倍加されるのである。

2.4 鋳造条件と実体強度

高マンガン鋳鋼は鋳放し状態ですでに炭化物を含有したオーステ

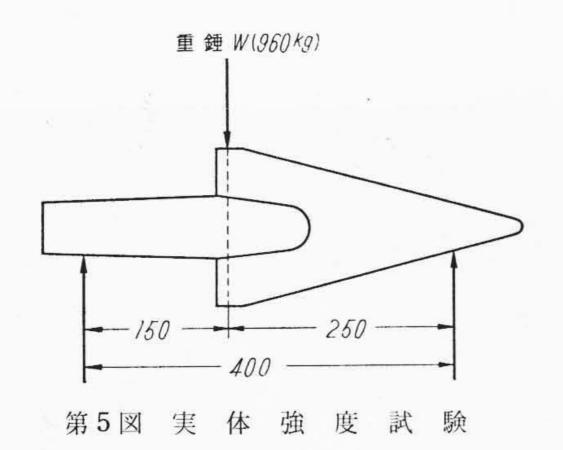


T3 高温鋳込(1,500℃)



M13 低温鋳込(1,425℃)

第4図 高マンガン鋳鋼製爪の柄部断面マクロ組織 (原寸大)



ナイト組織になっているので、ほかの低合金鋼のように熱処理によって結晶粒を微細化して機械的性質を改善することは不可能である。すなわち高マンガン鋼の熱処理は結晶粒界および粒内に残留する炭化物を固溶させて、均一なオーステナイト組織とする水じん処理のみである。したがって鋳造組織の良否は製品の機械的性質を左右するものであって鋳造組織のあらいものは水じん処理後もそのままあらい組織を保ち、じん性の低下を招く原因となる。このことは小形の試験片の鋳造ではあまり問題にならないが、製品について行うと、その断面が大きくなるほど敏感に影響する問題である。鋳造組織については、E. Piwowarsky が詳細に研究を行っており⁶⁰、鋳造組織を左右するものとして鋳込温度と冷却速度が考えられ、組織を微細化するためには、低温鋳込みでさらに冷却速度を大にすることが必要である。

これらの鋳造条件と実体強度との関係を調べた結果, 鋳込温度はできるだけ低くしたほうが良く, 実用上は 1,420~1,440°Cが最適と思われる。また,ショベルの大形化に伴って爪も大形になり,したがって冷却速度が小さくなって組織の粗大化を招く恐れが生じてくる。これに対しては爪の柄部に適当な断面に鍛造した同質の鋳ぐるみ材を入れて鋳造し,冷却速度の調整を行うことによって大形の爪においても微細な鋳造組織を得て強じんな爪を製造することに成功した。

なお第4図にU12ショベル用爪の水じん処理後の柄部断面マクロ組織を示す。T 3 は高温鋳込 (1,500°C) のため中心部に達するほどの粗大な結晶粒が見られるが,M13 は低温鋳込 (1,425°C) で鋳ぐるみ材を入れて鋳造したため内部まで均一に微細な組織が得られている。これらの爪の実体強度を比較するため,第5図に示すように支持で約1 t の重錘を自然落下せしめて,爪の折損する落下高さあるいは爪の曲りの状態を測定したが,T 3 は 1 m からの落下で折れたのに反して,M13 では 3 m からの落下で中央部で約 10 mmのたわみを生じて曲ったのみで,4 mからの落下ではじめて折損するに至った。

第6表 低 Mn-Mo 鋳鋼の化学組成

舐	類	記	号		化	学 成	分	(%)	
種	叔	nL	73	C	Si	Mn	P	S	Mo
	鋳鋼品 第3種	SC	G3a	0.38~ 0.45	0.30~ 0.60	$1.10 {\sim} \ 1.50$	<0.030	< 0.030	0.10~ 0.30

このように、ショベルの大形化に伴って爪の大形化が行われても 鋳造条件を調節することにより強じんなものを作ることができ、ダムの建設工事など岩石掘削の重作業用には高マンガン鋳鋼製の爪が その特性を十分に発揮して優秀な耐摩耗性を示すものである。なお、製品の耐摩耗性については実用試験の項で触れることにする。

3. 低合金鋳鋼製爪および低合金鍛鋼製爪について

ショベルの使用範囲は岩石の掘削のみにとどまらず、建築基礎の掘削,砂利の掘削,粘土の掘削などその被掘削物も多種類にわたっており、岩石掘削以外では高マンガン鋳鋼は必ずしも良い耐摩耗性を示さず、経済性の面からも、ほかの低合金鋳鋼を用いたほうが良い場合がある。また、岩石の掘削においても、非常に過酷なしゅう動摩耗を伴いかつ強じん性を要求される場合には、焼入性の良い強じん鋼鋳鋼の使用も考慮しなければならない。これらの要求を満足させるものとして次の二、三の鋼種が上げられる。

3.1 低 Mn-Mo 鋳鋼(亀有工場規格—歯車用鋳鋼第3種)

おもに U106 ショベルの汎用掘削に使用しているものでその化学 組成,熱処理および機械的性質を第6表および第7表に示す。

この鋼種の爪は調質(焼入,焼戻)によって強じん性を与え, 刄先の掘削部分はふたたび部分焼入および低温焼戻を行いショアかたさ60以上のかたさを与えて用いている。

3.2 Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼(亀有工場規格—強じん鋼鋳鋼)

この鋼種は特に大形ショベルの爪に用いているものであって非常にすぐれた焼入性とともに強じん性を有しているので相当ひどい掘削にも十分耐えうる材質である。その化学組成、機械的性質および焼入性曲線をおのおの第8,9表および第6図に示す。

第9表および第6図より明らかのように、非常にすぐれた焼入性 と機械的性質を有しており爪として使用する場合は調質後、先端の みに焼入、低温焼戻を施してショア硬度60以上として耐摩耗性を与 えている。

この鋼種については実用試験の項で後述するが、御母衣ダムにおいて稼動中のビサイラス 150B (4.5 m³) ショベルの爪として分割形および一体形を供試し非常に過酷な掘削条件のもとでほかの材質に比して優秀な耐摩耗性を示している。

したがってこの鋼種は今後ショベルの大形化に伴って相当過酷な 掘削条件が予想される場合,分割形の爪の材質として期待されるも

第7表 低 Mn-Mo 鋳 鋼 の 機 械 的 性 質

插 類	記 县	熱	処	理 (C)	3		活	験	かたさ	さ 試 験	衝撃値
133	BL 7	焼	入	焼	戻	$\sigma_S(kg/mm^2)$	$\sigma_{B}(kg/mm^{2})$	ε (%)	R (%)	НВ	Hs	Kz(kg•m/cm²)
歯車用鋳鋼品第3種	SC G3a	850	油冷	650	急冷	>55	>70	>15	>25	200~ 256	30~ 38	>6

第8表 Ni-Cr-Mo-V 鋳 鋼 の 化 学 組 成

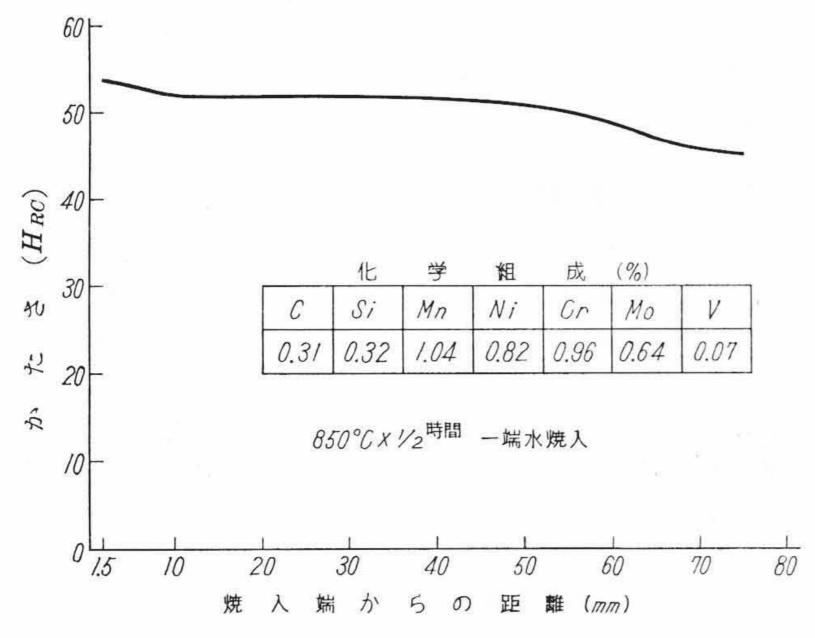
頹	米百	雪刀	早			化	学	組	成	(%)		
TR	754	記	7	С	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	v
強じん針	涧鋳鍋 品	SC M	NC 85	0.28~0.35	0.30~0.60	1.1~1.4	< 0.030	< 0.030	0.5~1.0	0.5~1.0	0.30~0.50	0.05~0.10

第9表 Ni-Cr-Mo-V 鋳 鋼 の 機 械 的 性 質

種	*百	記	문	熱	処	理	(°C)		引 張	試	験	かたこ	さ試験	衝撃値
1里	知	nL.	7	焼	入	焼	戻	$\sigma_{\rm S}({\rm kg/mm^2})$	$\sigma_B(kg/mm^2)$	ε (%)	R (%)	Нв	$H_{\mathbf{S}}$	Kz (kg•m/cm²)
強じん針	獨鋳鋼品	SC M	NC 85	850~87	70油冷	650~	~680急冷	>70	>85	> 8	>15	248~293	37~43	> 6

第 10 表 Cr-Mo 鍛鋼の化学組成(JIS 4105)

FeFe	₩zi	≅1	E.		化	学	組	成	(%)	
種	類	aC.	号	С	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
クロムデン鋼質	• モリブ 有3 種	SC	М 3	$0.33 \sim \ 0.38$	$0.15 {\sim} \ 0.35$	$0.60 \sim 0.85$	< 0.030	< 0.030	$0.90 \sim 1.20$	$0.15 \sim 0.35$



第6図 Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼のジョミニー焼入性曲線

のである。

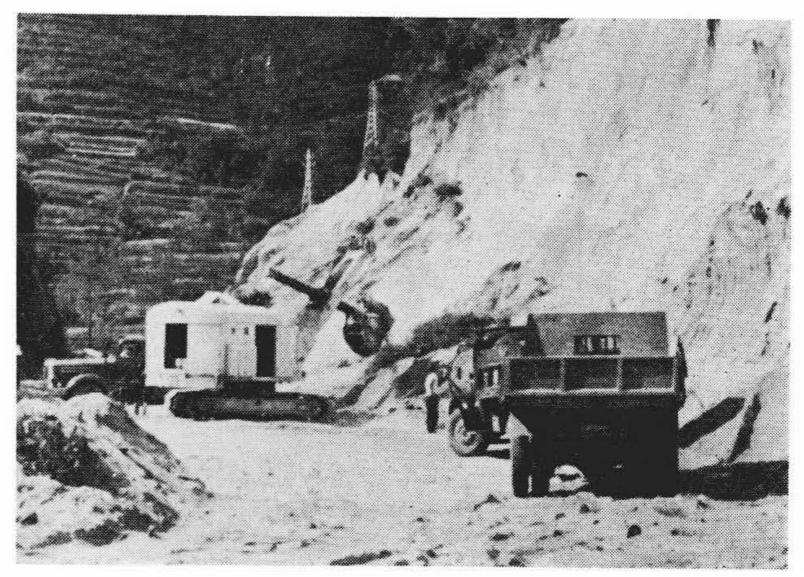
なお、日立製作所のショベルの爪としても激しいしゅう動摩耗を 伴う掘削用として、また大形ショベルの分割形用として今後この材 質を使用することも考えている。

3.3 Cr-Mo 鍛 鋼

小形ショベル用として軽量化と強度に重点を置いて、Cr-Mo 鋼第3種の鍛造品(JIS 4105)を用いていたが、耐摩耗性は大形ショベルの重掘削に用いた場合、あまり良好でないので現在では U03(0.3 m^3)ショベルに使用しているのみである。その化学組成および機械的性質は第10表および第11表に示すとおりで、爪としては調質後先端のみを焼入、低温焼戻を行ってショア硬度50~60にして使用している。

4. 実用試験成績

第12表に示した実用試験成績はショベルの形式は異なっているが被掘削物の異なる場所における爪の耐摩耗性を調べたもので、爪が摩耗してジッパのソケットをいためるようになるまでの摩耗量を仮に摩耗限界とし、それまでの時間を推定寿命とした。また表に示



第7図 実用試験における掘削状況

した 100 時間における摩耗量あるいは推定寿命から土砂,岩石の種類によって摩耗状況が著しく異なることが明らかである。

すなわち U106 ショベルについて行った試験地は花崗岩が風化した土質で第7 図に示すとおりショベルで直接掘削できるようなもろい山の掘削であり、被掘削物自身は非常にもろいが土砂は石英を主成分とする非常にかたいものであるので摩耗としてはしゅう動摩耗が行われ、第13 表に示すとおり加工硬化はあまり行われていない。

耐摩耗性は双先を金形鋳造した Mn/Cの比10が以下の高マンガン 鋳鋼が優位を示し低 Mn-Mo鋳鋼は最も摩耗量が多い。このことは 使用開始当初は先端焼入によって硬化していた低 Mn-Mo鋳鋼も石 英質のかたい土砂のしゅう動摩耗を受けて硬化層がなくなりあまり かたくない調質層が現われ、その硬度は高マンガン鋳鋼の若干加工 硬化した部分よりも低下して摩耗量が多くなったものと思われる。

U12ショベルでは高マンガン鋳鋼製の爪をダムの岩盤掘削に用いたので加工硬化は著しく耐摩耗性も優秀な成績を示している。

さらにU16ショベルでは高マンガン鋳鋼製の爪をセメント原料の 石灰岩および粘土の掘削に用いたもので、ダムの岩盤掘削に比して 比較的やわらかい石灰岩の掘削に対しては非常に優秀な耐摩耗性を 示し、デマーク社製のものよりも優位を占めている。

しかるに粘土の掘削のように衝撃を伴わずにしゅう動摩耗のみを 受ける掘削においては、高マンガン鋳鋼でも耐摩耗性はかなりの低 下が見られる。

一方 第14 表に示した実用試験成績は電源開発株式会社が建設中の御母衣ダムにおいて稼動中のビサイラス 150B (4.5 m³) ショベルの爪として供給された試作品の摩耗状況である。現地の掘削状況は

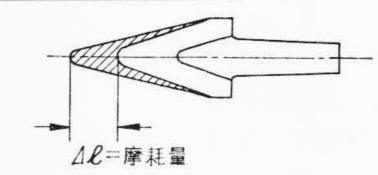
第11表 Cr-Mo 鍛 鋼 の 機 械 的 性 質 (JIS 4105)

	Ment.		н	熱	処	理	(°C)	P E E	引	張	試	験		かたさ試験	衝撃試験
種	類	記	号	焼	入	焼	戻	$\sigma_{\rm S}(kg/mm^2)$	$\sigma_{\rm B}({ m kg}$	g/mm²)	ε (%)		R (%)	H _B	Kz (kg·m/cm²)
クロム・モ 鋼第3種	リブデン	SC	М 3	830~88	0油冷	580	~680急冷	>80		>95	>15		>50	269~321	>8

第12表 ショベル 爪の 実 用 試 験 成 績

NI-	ショベル	Ade Hally of A	ショベノ	レ爪材質	実働時間	長		3	重	量	掘 削 量	摩耗量	推定寿命
No.	形式	被掘削物	種 類	Mn/C	(h)	摩耗量* (mm)	摩耗限界 (mm)	摩耗量* (mm/100 h)	摩 耗 量 (kg)	摩 耗 量 (g/h)	(m³)	(g/m³)	(h)
MO5	日立 U106	風化巨漿 花崗岩	高 Mn 鋳鋼	>10	118.8	94.2	100	86.4	5.58	47.1	10,562	0.528	134
MS1	日立 U106	風化巨漿 花崗岩	高 Mn 鋳鋼	<10	100.8	82.4	100	81.9	4.69	46.6	10,492	0.525	149
MC4	日立 U106	風化巨漿 花崗岩	高 Mn 鋳鋼	<10 (金型鋳造)	118.8	84.7	100	77.6	4.99	42.0	10,562	0.473	166
L2	日立 U106	風化巨漿 花崗岩	低 Mn-Mo 鋳鋼		100.8	93.1	100	92.6	6.23	61.9	10,492	0.698	117
М9	日立 U 12	千 枚 岩	高 Mn 鋳鋼	<10 (鋳括鋳造)	848	135.5	140	46.5	13.38	15.8	79,330	0.169	905
	日立 U 16	石灰岩	高 Mn 鋳鋼	<10	2227	72	160	3.2					7,000~ 8,000
	デマーク B323	石灰岩	高 Mn 鋳鋼	不明	2000	78	160	3.9	継	続 使 用	ф		7,000
	日立 U 16	粘土	高 Mn 鋳鋼	<10	1169	122	160	10.4					2,000~ 2,300

摩耗量は右図のように爪の中心線上の長 さの減量で示す。



第13表 掘削によるショベル爪の硬度変化

No.	11. 15	S Ade LET Vert a	/ Universe of the	b , t c $\stackrel{*}{\circ}$ (H_S)			
	材質	至 被捆削4	勿 掘削の内容	使用開始時	約 10,000 m³ 掘削後	約 80,000 m³ 掘削後	
мо5	高 Mn 鋳	鋼 風化巨频 花崗岩	() 埋立用土砂	29~31	34~37		
MS1	高 Mn 鋳	鋼 風化巨频 花崗岩		32~33	34~37		
MC4	高 Mn 鋳	鋼 風化巨 ^裝 花崗岩	き の切りくず	33~34	34~37		
L2	低 Mn-N 鋳鋼	Io 風化巨频 花崗岩	楚 し)	38~41	34~35		
M9	高Mn鋳	鋼千枚名	営 ダム岩盤掘削	34~38	43~48	49~53	

巨大な岩石の掘削で相当過酷なしゅう動摩耗も伴うものと思われ、 高マンガン鋳鋼製およびE社製のものより SCMNC 85 のほうが優 秀な成績を収めている。

以上の実用試験結果を総合すると、ダムの岩盤掘削や石灰岩の掘削など衝撃を伴う掘削作業に対しては高マンガン鋳鋼の優秀性が認められた。

またしゅう動摩耗を伴う場合においても低 Mn-Mo 鋳鋼に比して 高マンガン鋳鋼の高炭素系 (Mn/C の比が 10 以下) で刄先を金型鋳 造した爪はすぐれた耐摩耗性を有している。

一方ショベルの大形化に伴い耐摩耗性とともにさらに高度の強じん性をも要求される場合,あるいは過酷なしゅう動摩耗を伴う場合には、焼入性および強じん性の優秀な Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼が良好な結果を収めている。

5. 結 言

ショベルの爪に使用されている材質についてその性質と実用試験 の成績を述べたが、爪の耐摩粍性の良否はショベルの掘削能率を左 右するもので、その材質の選定は重要な問題である。

すなわち従来耐摩耗材の代表的なものとして用いられている高マンガン鋳鋼でも、被掘削物の種類によって耐摩耗性が著しく異なることを考慮に入れなければならない。またショベルの部品の中でも消耗度の大きい部品であるので経済性の面も一応考慮に入れる必要

第 14 表 ビサイラス 150 B ショベル爪の実用試験成績

メーカー	E 社	日 立	日 立	D 社	K 社	K 社
形式	分 割 形	分割 形	一体形	一 体 形	一体形	一体形
材質	Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼 (12M)**	Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼 (SCMNC 85)	Ni-Cr-Mo-V 鋳 鋼 (SCMNC 85)	高マンガン鋳鋼 (SCMnH)	不明	不明
使用時間 (h)	138.6	40.4	80.6	121.7	55.4	40.8
掘削量 (m³)	44,300	11,190	19,840	28,780	11,600	11,210
摩耗量 (kg)	47.5	10.5	19.4	36.4	21.8	21.8
摩耗量* (g/m³)	1.070	0.938	0.978	1.266	1.878	1.944

- * 単位掘削量当りの爪1本の摩耗量を示す
- ** C<0.35, Mn<1.3, Cr<0.75, Ni<0.5, Mo<0.5, V0.03~0.07(%)

があり材質の選定としては次のことが推奨される。

- (1) 小形ショベル(0.6 m³以下)の汎用掘削には低 Mn-Mo 鋳鋼 および Cr-Mo 鍛鋼
- (2) 小形ショベルでも特に重掘削に用いる場合には高マンガン 鋳鋼
- (3) 大形ショベル(1.2 m³以上)には一般に重掘削が多いので高 マンガン鋳鋼
- (4) 大形および小形ショベルでも特にしゅう動摩耗を伴う過酷な掘削には Ni-Cr-Mo-V 鋳鋼

以上爪の材質についておもに各材質の特長を述べたが建設機械の 大形化に伴ってショベルの爪も分割形への移行が考えられ種々検討 すべき問題が残されている。

参 考 文 献

- (1) Hadfield Limited-Sheffield: Manganese Steel (1956)
- (2) L. N. Podvoiskii, V. P. Tunkov: Liteinoe Proizvodstvo (鋳造生産)No. 9, 3~7 (1952),
- (3) 武藤, 丹羽: 鉄と鋼 42, No. 9, 871 (1956)
- (4) H. Krainer: Der Deutschen Luftfahrtforschung (1942)
- (5) H. Krainer: Arch. Eisenhütten wessen 11, 279~282 (1937)
- (6) E. Piwowarsky: Giesserei 41, 357~369 (Juli, 1954)