

# 各種中空鋼材の繰返衝撃強度の比較

(昭和 26 年 4 月本會講演大會にて講演)

内山道良\* 關不二雄\*

## COMPARISON OF THE REPEATED IMPACT VALUE OF SEVERAL HOLLOW-SHANK-STEELS

*Michira Uchiyama and Fujio Seki*

### Synopsis:

The author investigated the repeated impact value of 0.25~1.09% plain carbon, Ni-Cr, Cr-Mo, Ni-Cr-Mo, Mn-Cr-Mo, Mn-Cr-Mo-V, high C-Cr and high C-high Cr-Mo steels, by the Charpy impact and the Matsumura repeated impact testing machines. Because, although these steels have been utilized for hollow-shank-steel in America as well as in European countries, we have had no suitable shank steel in Japan until now.

The results, are summarized as follows:-

(1) The results of the repeated impact test were shown in Figures 2, 5 and 6, which were plotted to logarithmic scales. There was a certain amount of scattering of results, but in each case a mean straight line could be drawn through the points to include the single blow test.

(2) Accordingly, these lines were represented by the equation  $Y = dX + \beta$ . In this case it was intended to enlarge  $\beta$ .

(3) 0.55% C steel was presumably the most excellent among all plain carbon steels, and Ni-Cr-Mo steel the most suitable for shank steel.

### 1. 緒言

鑿岩用鋸鋼はビット・ステム・シャンク等の部分が夫々異つた使用目的をもつてゐるに拘らず、従來同一鋼材を熱処理分けして使つて來た所に普通鋸に於ける無理があつた。近年になつてデタッチャブルビットが生れると我國でも種々<sup>1)2)</sup>のものが使はれ始めたが、之と併用するシャンク用鋼材は依然従來のまゝである爲時にば刃より柄の方が短命の事さへあり、一方最近の外國製シャンク用鋼材は炭素鋼より特殊鋼の多い事もわがつて來た。茲に第1表は外國品最近の成分例である。

以下は之等の事情を考慮しシャンク用として適當な鋼材を繰返衝撃試験から求めた結果であるが、斯る方法を選んだ理由は既報<sup>3)</sup>の如くこれが疲労強度・單衝撃強度・硬度等従來利用されて來た方法より實地試験に接近した値を示すからである。

### II. 試料及び實驗法

試料の成分は第2表の如くであるが、この中炭素鋼は酸性 15t 平爐による 260kg 型下注鋼塊から、又特殊鋼

は鹼基性 10t 電弧爐による 300kg 型上注鋼塊から製造したもので、之等は徑 19mm の丸鋼に歴延して試片とした。

實驗としては松村式繰返衝撃曲疲試験機により丸型標準試験片を用いての繰返衝撃試験を主とし、抗張・硬度・シャルピー衝撃・回轉曲げ疲勞等の試験を併せ行つたが特に曲疲試験機の最大衝撃力 50kg.cm 以上の衝撃に對しては、之と同一寸法の試験片につき 3000kg.cm のシャルピー衝撃試験機を利用して、振子の振上げ角度を 30° 及び 45° 従つて衝撃力を 220kg.cm 及び 470kg.cm とした場合の繰返衝撃回数並に衝撃力を 3000kg.cm として普通の單衝撃を加えた場合の試片の吸收エネルギーを調べた。尙この場合試片の處理は燒準・燒鈍・燒入のまゝ及び 100~700°C での燒戻である。

### III. 實驗例と判別

第1圖は現在の我國規格鋼に該當する試料 K3 に就て衝撃力 20kg.cm 及び 50kg.cm で繰返衝撃を行つた

\* 東京鋼材株式會社研究課

第1表 最近の外國中空鋼の成分例

	化 學 成 分 %									備 考
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	
C 鋼	0.79	0.10	0.37	0.029	0.021	0.04	0	0.09	tr	ASSABKOL (Sweden) 1950 THROWAWAY(America) <sup>3)</sup> ATLAS (Canada) <sup>4)</sup>
	0.71	0.19	0.56	0.009	0.014	0.02	0.06	0.13	—	
	0.80	0.15	0.25	0.018	0.018	—	—	—	—	
Ni-Cr-Mo 鋼	0.28	0.26	0.76	0.015	tr	tr	1.72	0.82	0.25	LIDDICOAT (America) <sup>5)</sup> ATLAS (Canada) <sup>5)</sup> AISI-4340 <sup>6)</sup>
	0.35	0.25	0.60	0.020	0.020	—	3.00	0.40	0.25	
	0.38 ~0.43	0.20 ~0.35	0.60 ~0.80	<0.040	<0.040	—	1.65 ~2.00	0.70 ~0.90	0.20 ~0.30	
高C-高Cr 鋼	0.82	0.37	0.26	0.007	0.004	0.11	tr	1.54	0.25	ASSAB-OIL (Sweden) <sup>7)</sup> ATLAS (Canada) <sup>8)</sup> SCHOELLER (Austria) 1951
	0.95	0.25	0.37	0.020	0.020	—	—	1.00	0.25	
	0.90	0.22	0.31	0.009	0.014	0.07	tr	1.37	0.29	

注. 此の外にも英國, 獨乙等のものを含め數種のもの知られているが何れも大同小異である.

第2表 試 料 の 成 分

種 類	記 號	化 學 成 分 (%)										
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	
C 鋼	2 W	0.25	0.26	0.43	0.017	0.019	0.23	0.17	0.06	—	—	
	3 W	0.35	0.28	0.43	0.031	0.034	0.25	0.13	0.04	—	—	
	5 W	0.55	0.34	0.50	0.034	0.033	0.25	0.16	0.06	—	—	
	K 3	0.72	0.25	0.30	0.031	0.019	0.26	0.17	0.09	—	—	
	K 2 K 0	0.89 1.09	0.30 0.27	0.25 0.33	0.021 0.035	0.020 0.028	0.30 0.27	0.14 0.12	0.20 0.10	— —	— —	
Ni-Cr 鋼	Q 3	0.32	0.32	0.48	0.019	0.013	0.18	2.37	0.90	—	—	
Ni-Cr-Mo 鋼	Q D 3-L	0.34	0.36	0.56	0.025	0.012	0.27	2.63	1.11	0.34	—	
	Q D 3-H	0.40	0.26	0.51	0.033	0.013	0.18	3.50	1.50	0.38	—	
Cr-Mo 鋼	C S 3	0.39	0.31	0.43	0.014	0.005	0.10	0.10	1.67	0.54	—	
Mn-Cr-Mo 鋼	SAE4150	0.49	0.29	0.85	0.023	0.010	0.26	0.16	0.81	0.18	—	
	C D	0.35	0.35	0.74	0.025	0.008	0.11	0.09	2.33	0.19	—	
Mn-Cr-Mo-V 鋼	V C D	0.50	0.30	0.83	0.035	0.010	0.15	0.12	1.05	0.35	0.20	
高 C-Cr 鋼	C Y	0.88	0.35	0.37	0.017	0.004	0.11	0.08	0.73	0.14	tr	
高 C-高 Cr-Mo 鋼	C K	1.04	0.15	0.52	0.034	0.018	0.10	0.10	1.51	0.40	—	

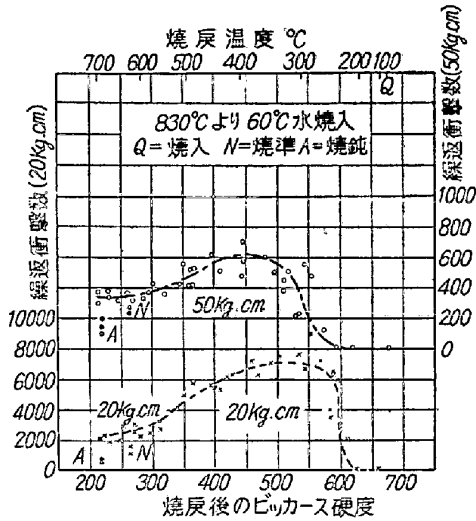
結果であり, 第2圖は第1圖中の燒準及び 390°C 燒戻の場合について得たシャルピー衝撃試験機を用いての繰返及び單衝撃試験の結果との合成である. 即ち第2圖は實質的意味に於て各値が直線的配列を示す事を對數座標に就て示したのであるが, この事は Hankins<sup>10)</sup> 及び Mills が Cr-V, Si-Mn 等のバネ鋼に對して得た結果と同一傾向である.

繰返衝撃試験に於て衝撃力が大きければ單衝撃に近く又衝撃力が小さければ疲勞的となる事は古くから知られ

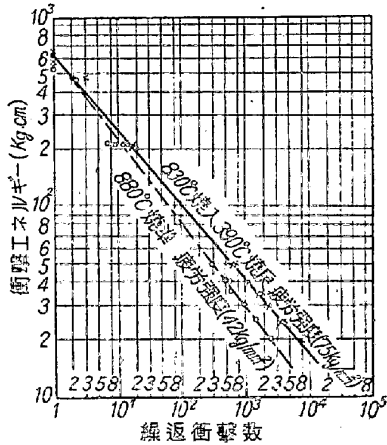
ている<sup>11)</sup>が鑿岩機に取付けられた鋸は双方の意味で酷使されるから, 第2圖中の線は右上方に移行する程シャック用鋼材としては勝れたものと言ひ得る.

#### IV. 實 験 の 結 果

第3~第4圖は各試料に對する 20kg.cm 及び 50kg.cm 衝撃疲勞試験の結果をまとめたものであるが, 炭素鋼では高溫燒戻の場合 C 量によつて結果に大なる差を生ず事はなく, 燒戻溫度の低下と共に著しい違いが生じ

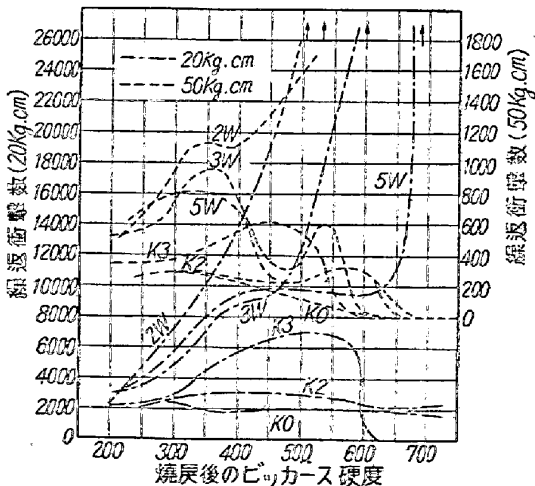


第1圖 試料 K3 に対する繰返衝撃試験

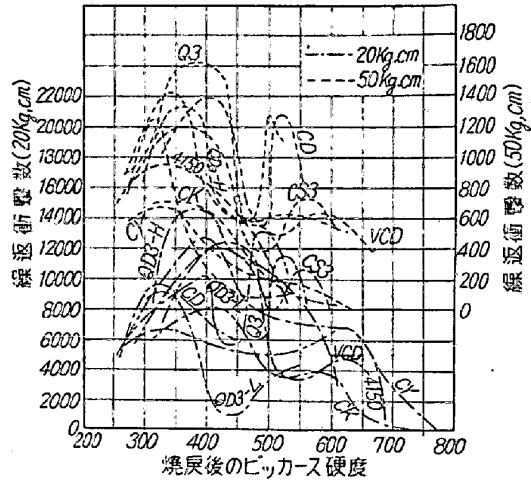


第2圖 試料 K3 に対する衝撃試験の総合

て来る。そして 2W の様な軟質の鋼では衝撃疲労強度は次第に上昇するのに對し、KO の様な硬質の鋼では逆に下降して居り、又 5W では C 量同様強度も中間である。特殊の場合、高温焼戻では各試料の結果に大差はな



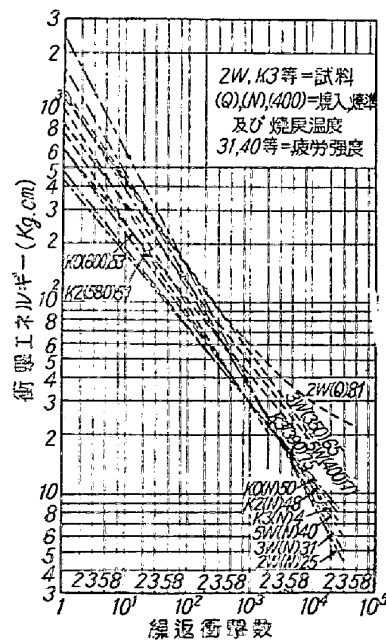
第3圖 炭素鋼試料に対する繰返衝撃試験



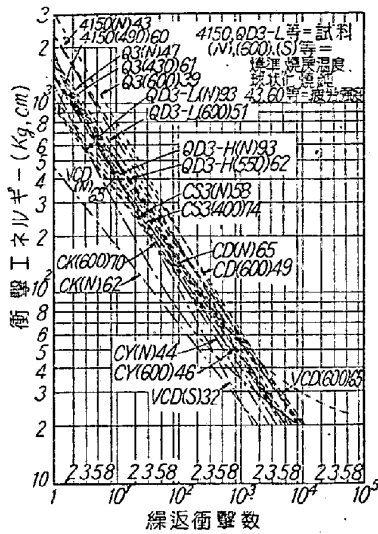
第4圖 特殊鋼試料に対する繰返衝撃試験

いが、焼戻温度の低下と共にその衝撃疲労強度が大きく變化する事は C 鋼より顯著で、多くは焼戻温度 550~600°C のソルバイト組織か、400~450°C のトルスタイト組織の所に最高強度のピークがある。尙近似成分の鋼については略々同様な傾向の結果<sup>12)13)</sup>が既に得られている。

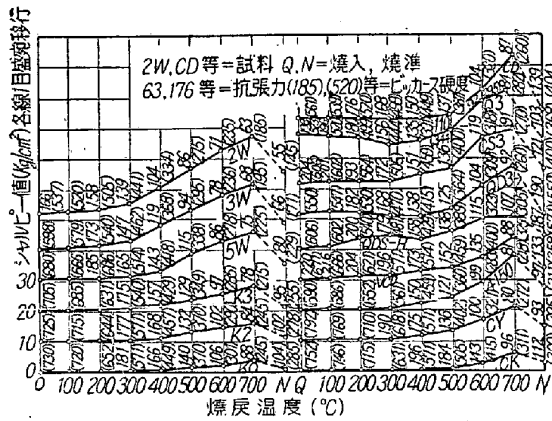
第5~第6圖は、各鋼が勝れた衝撃疲労結果を示した條件並に鋓鋼の普通の供給状態たる焼準の場合に對し、單衝撃の値をも加味した総合的衝撃結果を示したのであるが、この場合 C 鋼は低 C なるものは單衝撃に強くて衝撃疲労に弱く、又高 C なるものは之と反對の結果を示す外、中 C の 5W が兩性質の何れもに對して好結果を示して居り、之は Miller<sup>14)</sup> 及び Leber が 0.6% C 鋼に兩性



第5圖 炭素鋼試料に対する衝撃試験の総合



第6圖 特殊鋼試料に対する衝撃試験綜合



第7圖 各試料のシャルピー衝撃値

質の兼ね合い点を見出したのと一致している。次に合金鋼に於ては一般的に見て炭素鋼より勝れた性質を示し、これは焼準・焼入焼戻の何れの場合にも當てはまる。唯 ASSABOIL 鋼と同一の系統が著しく悪くなっているのが目立っていると言えよう。尙第7圖は比較の爲に示し

たシャルピー値であり、数字をもつて抗張力とビッカース硬度を示してあるが之等は何れも本実験の結果に對し特別の関係はない。

### V. 穿孔試験との關係

本実験の成績と實地穿孔試験との關係についてはC鋼を基とし既に詳しく述べた<sup>9)</sup>所であるが、今回の試料についても一應再確認する爲、試料 QD3 を徑 32mm の中空鋼に仕上げ、最硬岩及び軟岩に對しドリディア・ビットとドリフターを用いての穿孔試験を行い、從來同一の條件で規格鋼に對して得ていた結果と比較した所第3表が得られたが、規格鋼を1とした場合の QD3 の平均壽は 3.5 倍餘りで本実験の結果と略々同様である。

### VI. 結 言

以上は各試料に對して行つた機械的諸性質の調査の中から、鑿岩用鋸鋼として最も重要と思われる單一又は繰返衝撃の試験結果について示したのであるが、之と對照的な意味をもつ疲労強度は第5~6圖中に数字を以て示してある。而して本実験ではC鋼では5W、特殊鋼では QD3 の性質が勝れている事を知り得たが、更に前報<sup>9)</sup>の結果を考慮すれば今後の一般的な問題として、硬質の鋼を軟化したものと、軟質の鋼を硬化したものととの優劣が残されたと言えよう。(昭和26年5月寄稿)

#### 文 献

- 1) 日本鑛業會：最近のビットの進歩(昭25,1)
- 2) 鑛業試験所：デタッチャブル・ビット(昭24,12)
- 3) 鑛業試験所：報告第8號30頁(昭25,7)
- 4) Atlas Steel Ltd: Atlas Mining Steels (1951) 5.

第3表 Ni-Cr-Mo 鋼(QD3) による穿孔例

岩 種	鑿 岩 機		ビ ッ ト		ス テ ム		備 考
	種 類	空氣壓	種 類	刃 幅	壽命係數	事 故	
石 英 脈	N-75	6kg/mm <sup>2</sup>	ダイヤビット 第1種	42mm	2.6	シャンク折	中空鋼 = C 0.35% Ni 2.58% Cr 1.20% Mo 0.26% 鋸 32mmφ × 1800mm (佐渡)
					2.8	〃	
					3.0	ネジ缺	
					6.7	シャンク折	
變朽安山岩	M-7	5kg/mm <sup>2</sup>	ダイヤビット 第1種	42mm	>2.9	未折損	中空鋼は上に同じ 鋸 32mmφ × 1000mm (細倉)
				44mm	>4.3	〃	
				44mm	2.1	ネジ缺	
平 均					>3.5	—	(規格鋼の壽命を1とす)

- |  |  |
|--|--|
| 5) 4) に同じ p. 9   | (1941) 166                                       |
| 6) J. H. Dewey & T. N. Armstrong: E & Mining J. No. 7 (1950) 64                | 2. H. J. Gough: The fatigue of metals (1926) 152 |
| 7) 高岡三郎: 鑛協採鑛資料 10 (昭 25, 7) 8   | 12) 新持喜一郎: 鐵と鋼, 第 35 年第 11 號 29 頁 (昭 24)         |
| 8) 4) に同じ p. 7   |  |
| 9) 筆者: 本會第 39 回講演會發表   | 13) 河井泰治, 小川楠雄: 鐵と鋼, 第 37 年第 3 號 14 頁 (昭 26)     |
| 10) G. A. Hankins & H. R. Mills: J. of Iron and Steel Inst. Vol 131 (1935) 165 | 14) 11) の 1. に同じ                                 |
| 11) 例えば 1. Handbuck der Werkstoffprüfung                                       |  |

## ガスタービン翼用耐熱鋼に関する研究 (I)

(耐熱鋼の研究 VIII)

(昭和 26 年 4 月本會講演大會にて講演)

出口喜勇爾\*

### STUDY ON HEAT-RESISTING STEELS FOR GAS TURBINE BLADES. (I)

*Kiyoji Deguchi*

Synopsis of Reports I & II:

The following heat-resisting steels for gas turbine blades were made and several properties were studied:

(i) High C-Cr-Ni austenitic steel (C 0.5, Cr 15, Ni 20, W 3, Mo 3) (ii) Tinidur of Krupp (C 0.1, Cr 15, Ni 30, Ti 2) (iii) High Cr-Ni-V steel (C 0.3, Cr 19, Ni 9, W 1.2, Mo 1.3, V 1, (N 0.15)) (iv) Timken 16-25-6 type (C 0.1, Cr 16, Ni 25, Mo 6, (N 0.15)) (v) LCN-155 (C 0.1, Cr 20, Ni 25, W 2, Mo 3, Co 20, (N 0.15)) (vi) WH42B (Cr 18, Ni 45, Co 25, Ti 2).

Also influences of about 0.15% nitrogen added in the samples (iii)-(v) by using nitrogenized ferro-Cr were tested.

(a) These samples were generally difficult to forge, especially in (v) & (vi). The difficulty was, however, overcome after several trials in melting and forging processes, and success obtained in making the test piece. (b) At first the hardness and microstructure of specimens were studied, with samples heated at 1000-1200°C for 30min-10 hr, and tempered at 600-900°C for 30min-10 hr after quenched at 1100-1200°C. (c) Next the tension and impact tests at high temperatures up to 800°C were made, with specimens quenched from 1100°C and tempered at 800°C.

And also, the high temperature creep tests at 600 and 725°C were made. (d) From these results obtained, WH42B and N-added LCN-155 seem to be the most suitable for gas turbine blades among these samples studied, and non-N LCN-155 or N-added Timken 16-25-6 type was also recommended. For this purpose, besides, there was N-added high Cr-Ni-V steel, being of considerably inferior quality. Problems in practice were the scarcity of Ni & Co, the trouble in.

\* 日本特殊鋼株式會社