

(2) Mo および Mo-V 系の中 3% Mo-Cr 鋼は 5% Cr 系とほぼ同等の性能を有する。

(3) 低合金鋼系は比較的硬度域でハンマー鍛造用型鋼として用いられることが多いが、本実験の結果からも大きな衝撃力を受けるハンマー用としての適性が認められる。

(4) 高速度鋼および 12% Cr 常温工具鋼は低衝撃値のため高温工具鋼としての適性を欠く。

### (139) 鋼材の土砂摩耗におよぼす成分および硬度の影響

(耐摩耗鋼板に関する研究—II)

日本製鋼所室蘭製作所

工博 宮野樺太男・遠藤良幸・○山田国雄

#### Effect of Chemical Composition and Hardness on Abrasion Loss of Steel against Soil and Sand.

(Studies of abrasion resisting-steel—II)

Dr. Katao MIYANO, Yoshiyuki ENDO  
and Kunio YAMADA

#### I. 緒 言

従来鋼板の摩耗に関する研究は数多く行なわれている。しかしながらそれらは主として金属間による摩耗であり、その結果を鋼板と土砂との摩耗に当てはめるのは、少々疑問である。

筆者らは、第一報<sup>1)</sup>においては現有の鋼板の土砂に対する耐摩耗性を報告したが、本報告では、実用耐摩耗鋼の製造を目的としその基礎実験として、焼鈍状態の鋼板の耐摩耗性におよぼす各種元素の影響、さらに硬度との関係を調査した結果について述べる。

#### II. 試験装置ならびに試験方法

試験機は、前報にて使用したものに一部改良を加えたものであるが、ほとんど同一の形式の湿式摩耗試験機である。改良部分を簡単に述べると下記のごとくである。

##### (1) 回転支持翼の回転数

回転支持翼の回転数は、68 rpm とした。試験片の回

転中心よりの平均距離は、125 mm であるので、平均周速度は 1100 mm/s となる。

##### (2) 土砂と水

使用した碟のサイズ、水量は、変りはないが作業上の観点から常時換水は行なわず 5 h 毎に換水を行なった。

##### (3) 試験片

試験片取付角度は、前報と同じ 30°の傾斜を持つている。取付部は前試験機において開放の状態であり、試験片取付部の摩耗により、正常の位置に取り付けられぬ危険性があるので、本試験では閉止の状態に改良した。

### III. 供 試 材

#### (1) 実験計画法の採用

各種成分の含有量の耐摩耗性に与える影響を調べるような場合は、多くの時間が消費され、何回も繰り返し実験を行なうことは困難である。実験計画法を採用すると、多くの変因を含む複雑な問題でも、比較的少ない実験回数で解明することができる。また変因が多くある場合でも、各変因の与える影響の大小をきめること、相互関係の調査ができること、結果の信頼性をつかむことができる、などの利点がある。

今回各成分の耐摩耗性に与える影響を調査するに当り、前記の利点より、実験計画法を採用することとした。対象とした化学成分は、12 元素で各 4 水準を選定した。これを Table 1 に示すがこの範囲で 64 組の組合せを行なった。

この成分は、現行成分を基礎として、最高は共析鋼のクラスまで取り入れた。

#### (2) 供試材化学成分と硬度

供試材の化学成分と硬度を Table 2 に示す。ただし Zr, Al, B は含有量を高くすることが溶解操作上できず零に近かつたので除いた。

### IV. 実験結果とその考察

#### (1) 精度およびその再現性

摩耗試験は、5 h 毎に換水を行ない、20 h 間行なった。その間の重量損失をもつて摩耗量とした。精度および再現性を良くするために、水量、碟量をできるだけ一定にし大部分の試料につき繰り返し実験を行なった結果、再現性の良いことを確認している。

Table 1. Chemical composition.

C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Cu	Mo	V	Zr	Al	B
0.15	0.20	0.35	0.012	0.12	0.06	0.20	0.20	0	0	0	0
0.35	0.45	0.70	0.080	0.50	1.00	0.50	0.50	0.40	0.1	0.07	0.002
0.55	0.70	1.50	0.150	1.50	3.00	0.80	0.80	0.80	0.2	0.15	0.004
0.85	0.90	2.50	0.300	2.00	5.00	1.10	1.10	1.20	0.3	0.25	0.010

Table 2. Chemical composition and hardness.

Steel number	Chemical composition (%)									Heat-treatment	Hardness Hv (20)
	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Cu	Mo	V		
1	0.34	0.26	0.72	0.160	1.98	0.04	0.50	0.67	1.05	Annealing	251
2	0.10	0.25	0.43	0.019	0.11	1.05	0.50	0.46	0.39	//	143
3	0.36	0.16	0.70	0.156	2.06	2.79	1.14	0.15	0.32	//	413
4	0.86	0.26	2.50	0.090	1.62	0.06	1.10	0.50	0.65	//	613
5	0.36	0.87	1.55	0.087	0.12	2.94	1.03	0.25	0.32	//	310
6	0.12	0.46	0.59	0.095	0.55	0.98	0.52	0.46	0.43	//	177
7	0.87	1.01	0.39	0.163	0.53	4.79	0.25	0.69	0.36	//	250
8	0.52	0.77	0.35	0.082	2.05	0.96	1.12	0.75	0.02	//	396
9	0.14	0.80	1.51	0.156	1.57	4.75	1.08	1.08	1.09	//	362
10	0.36	0.83	2.50	0.017	0.53	1.05	0.24	1.08	0.70	//	446
11	0.34	0.32	0.71	0.143	2.06	4.79	0.74	0.51	0.02	//	614
12	0.10	0.18	0.34	0.019	0.13	0.09	0.26	0.24	0.01	//	125
13	0.53	0.45	2.61	0.154	0.12	1.01	1.08	0.76	0.01	//	503
14	0.11	0.52	0.74	0.083	0.53	0.06	0.24	0.23	0.01	//	144
15	0.85	0.23	2.52	0.088	1.58	0.98	0.82	0.23	0.92	//	620
16	0.51	0.73	0.39	0.088	2.03	2.98	0.36	0.55	1.19	//	315
17	0.34	0.43	0.40	0.320	1.61	3.04	1.14	0.26	0.27	//	270
18	0.11	0.79	1.51	0.144	1.55	0.04	0.26	0.25	0.02	//	308
19	0.82	0.93	0.42	0.156	0.54	2.88	0.56	1.14	0.02	//	335
20	0.32	0.56	0.38	0.302	1.57	0.06	0.52	0.80	1.17	//	247
21	0.50	1.00	0.72	0.018	1.55	0.09	0.80	1.14	0.41	//	340
22	0.34	0.77	2.48	0.017	0.56	0.05	0.52	0.81	1.17	//	364
23	0.52	1.00	0.73	0.019	1.53	2.88	0.25	0.48	1.09	//	452
24	0.87	0.24	2.55	0.081	1.45	3.08	0.54	1.05	0.01	//	615
25	0.12	0.32	0.42	0.022	0.10	4.96	1.08	1.02	1.12	//	189
26	0.87	0.37	1.45	0.020	2.08	5.05	0.25	0.78	0.44	//	616
27	0.59	0.99	0.75	0.020	1.53	5.03	0.50	0.24	0.77	//	300
28	0.80	0.91	0.40	0.320	0.50	1.00	0.82	0.22	1.12	//	350
29	0.82	0.42	1.58	0.016	2.01	2.95	0.52	1.03	0.01	//	741
30	0.56	0.25	1.55	0.320	0.54	3.01	0.27	1.48	1.11	//	325
31	0.16	0.87	1.60	0.143	1.58	1.01	0.53	0.52	0.36	//	340
32	0.81	0.88	0.37	0.143	0.54	0.05	1.10	0.54	0.60	//	338
33	0.52	0.89	0.67	0.020	0.60	0.96	1.35	0.81	0.02	//	410
34	0.79	0.65	0.69	0.286	0.08	4.91	0.27	0.76	0.20	//	264
35	0.51	0.22	1.54	0.258	0.55	0.07	0.82	0.98	0.11	//	261
36	0.54	0.71	0.30	0.087	2.04	0.06	0.79	1.11	0.38	//	343
37	0.36	0.78	1.68	0.090	0.08	4.91	0.84	0.51	0.01	//	341
38	0.35	0.72	2.60	0.021	0.56	3.06	0.22	0.24	0.36	//	593
39	0.33	0.50	0.37	0.288	1.49	1.02	0.13	1.04	0.59	//	291
40	0.54	0.56	2.55	0.150	0.08	3.01	0.23	0.50	0.82	//	322
41	0.54	0.40	2.56	0.140	0.11	4.91	0.52	0.25	0.68	//	487
42	0.85	0.62	0.80	0.320	0.08	1.03	0.86	0.26	1.21	//	322
43	0.14	0.93	2.32	0.282	2.01	4.92	1.10	1.08	1.05	//	339
44	0.12	0.54	0.70	0.083	0.51	3.09	0.85	0.80	0.71	//	205
45	0.32	0.47	0.42	0.276	1.45	4.93	0.78	0.50	0.03	//	323
46	0.71	0.74	0.72	0.304	0.11	2.84	0.54	1.04	0.02	//	326
47	0.51	0.22	1.54	0.300	0.55	0.97	1.10	0.73	0.01	//	314
48	0.12	1.00	2.55	0.320	2.02	3.14	0.84	0.78	0.65	//	444
49	0.57	0.71	0.42	0.078	1.95	4.85	0.45	0.37	0.71	//	256
50	0.87	0.46	1.61	0.019	2.30	1.07	0.89	0.29	1.05	//	394
51	0.16	1.20	2.54	0.286	2.12	1.06	0.50	0.53	0.27	//	456
52	0.80	0.40	1.53	0.024	2.06	0.06	1.13	0.48	0.58	//	544
53	0.35	0.69	2.54	0.017	0.55	4.96	0.84	0.58	0.02	//	554
54	0.55	0.49	2.60	0.148	0.12	0.07	0.82	0.93	0.41	//	505
55	0.14	0.58	0.69	0.095	0.53	4.75	1.10	1.04	1.05	//	208
56	0.33	0.22	0.66	0.156	2.00	1.00	0.27	1.05	0.65	//	386
57	0.53	0.28	1.52	0.300	0.56	4.89	0.53	0.34	0.65	//	259
58	0.85	0.25	2.54	0.088	1.46	4.90	0.25	0.76	0.04	//	390
59	0.13	0.70	1.57	0.150	1.66	3.04	0.86	0.72	0.65	//	419
60	0.35	0.98	1.55	0.087	0.07	1.00	0.26	1.04	0.59	//	260
61	0.86	0.65	0.74	0.286	0.10	0.07	1.04	0.56	0.65	//	319
62	0.16	0.95	2.50	0.316	2.62	0.05	0.25	0.24	0.01	//	431
63	0.19	0.28	0.40	0.023	0.12	3.00	0.75	0.76	0.61	//	181
64	0.34	1.04	1.63	0.094	0.12	0.18	0.51	0.76	0.99	//	240

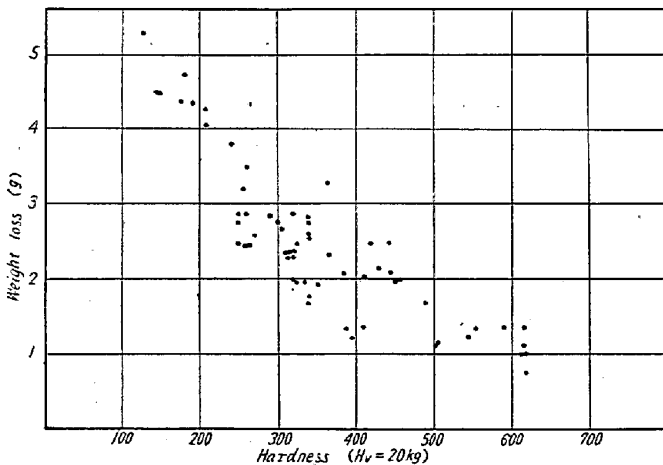


Fig. 1. Abrasion weight-loss after 20 h vs. hardness.

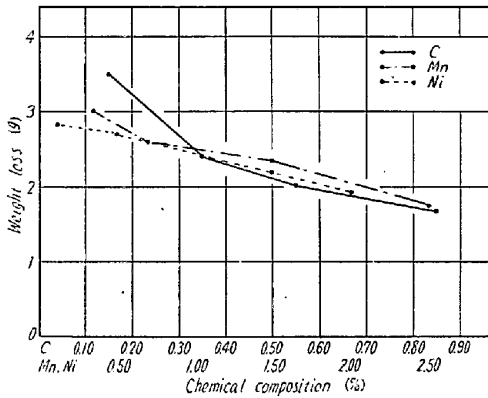


Fig. 2. Abrasion weight-loss after 20 h vs. some chemical composition.

## (2) 硬度と摩耗量の関係

Fig. 1 に 20 h 後の摩耗量と硬度の関係を示した。

これによると、前報同様に摩耗量と硬度の相関性は強く硬度が増加するにしたがい摩耗量は減少しているが、ピッカース硬度 250~400 の範囲では大きく、摩耗機構の変化、組織の影響が大きいと思われる。焼鈍状態にては、ピッカース硬度 300 位で普通鋼の 1/2 の摩耗量となつている。

摩耗量にバラッキがあるにしても、図より考えると切削摩耗が支配的であると思われる。

## (3) 成分と摩耗量の関係

各種成分の摩耗性に与える影響について調査するため 12 元素を取り上げたが、Zr, Al, B は量が零に近いので、解析から除いた。ほかの 9 元素に対し分散分析法を用いて解析を行なつた。これによると、C, Mn, Ni がほかの元素に比較して有意であり、したがつて摩耗量は減少する傾向にある。ほかの元素は余り関与しないようである。これは、これらの元素が、硬度を高くすること

によると、考えられる。

したがつて、焼鈍組織の材料を使用する場合は、C, Mn, Ni の配合を高目とし、ほかの元素は経済性を考慮に入れて、適量配合すると良い。Fig. 2 に、C, Mn, Ni 量と摩耗量の関係を示した。

## 文 献

- 1) 宮野, 遠藤, 山田: 鉄と鋼, 47 (1961), 431.

## (140) 異形丸鋼の疲労強度

鉄道技術研究所

富田 勝信・○渡辺 信一

Fatigue Strength of Deformed Bars.

Katunobu TOMITA and Shinichi WATANABE

## I. 緒 言

異形丸鋼とは鉄筋コンクリート構造に用いる棒鋼で、Photo. 1 のように圧延の際その表面に突起をつけてコンクリートとの附着をよくするように作つたものである。異形丸鋼については、さきに本誌の技術資料としてその歴史、種類、所要性質、許容応力等が詳細に発表されているが、疲労強度についての報告は記されていない。

最近国鉄では新幹線工事の計画にともない、各種工事材料の疲労を考慮した場合の許容応力がどの程度まで許されるか種々検討を行なつてはいるが、当所においても異形丸鋼の母材およびその圧接材について疲労試験を行なつたのでその結果を報告する。

## II. 実験試料および実験方法

実験に用いた異形丸鋼はすべて JIS G 3110-SSD 49 に相当する材料で、圧接材については現場作業における普通のガス圧接法によつたものを採用した。Photo. 1 a, b は試料の表面突起の状況およびその圧接部の縦断面の状況である。Table 1 に参考のため JIS G 3110 の機械的性質の数値を示す。実験に用いた各試料の機械

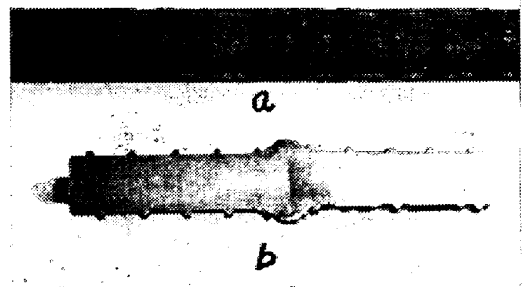


Photo. 1. Deformed bar.