

# 特殊鑄鋼の研究 (XI)

## (Cr-Mo 及び Cr-Mn-Si 鑄鋼の機械的性質に及ぼす V, Ti, Al, Si 脱酸處理の影響)

(昭和 26 年 4 月本會講演大會講演)

三ヶ島 秀雄\*

### RESEARCHES ON THE SPECIAL CAST STEEL (XI)

#### (Effect of Deoxidation Treatment by V, Ti, Al and Si on Mechanical Properties of Cr-Mo and Cr-Mn-Si Cast Steels.)

Hideo Mikashima, Dr. Eng.

Synopsis: The author studied on the hardness and impact resistance of some special cast steels which were made by addition of Fe-V, and Fe-Ti in Cr-Mn-Si cast steel and Al, Al alloys, as well as Ca-Si in Cr-Mo cast steels.

According to the author's conclusion from the present tests, the cast steel of Cr-Mo-Si series containing more than 0.56% Si which was deoxidized by Ca-Si were most superior in strength and tenacity, followed by Al-Si (Al 0.10%), Al-Si-Mg (Al 0.5%), Al-Mg (Al 0.5%), Fe-V etc., and pure Al or Fe-Ti were rather feeble.

### I. 緒 言

著者は第 2 報で Cr-Mo 鑄鋼の機械的性質に及ぼす Si (Fe-Si) の影響に就て述べた。又第 8 報~第 10 報では Cr-Mo 鑄鋼に対する Ni の影響, Cr-Mo 及び Ni-Cr-Mo 鑄鋼に対する Mn の影響並びに Mn-Si 鑄鋼に対する Cr 及び W の影響に就て述べたが、今回は Cr-Mn-Si 鑄鋼に V 及び Ti を添加したもの並びに Cr-Mo 鑄鋼に脱酸剤として純 Al, Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Mg, Ca-Si 等を添加した場合の強靱性の變化に就て試験した結果を報告する。

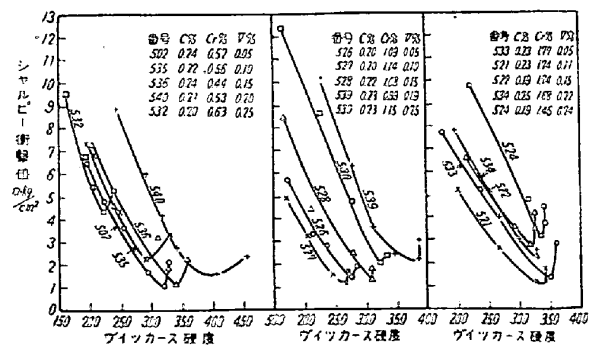
### II. 実験方法

試料の調製は前報告同様厚肉部 45×60mm, 薄肉部 17×60mm の押湯付 L 型試料 (重量 2.6kg) を作り、之を 10mm 角, 長さ 55mm, 中央に深さ 2mm の切込を有する丸形溝付標準試験片に仕上げ、真空中で  $A_{c3} + 50^{\circ}C$  に 20 分間加熱油焼入し、次で  $180^{\circ} \sim 700^{\circ}C$  に各 1 時間焼戻油冷し硬度及び衝撃抗力を測定した。但し添加成分は Fe-V, Fe-Ti, 純 Al, Al-Si(70:30), Al-Si-Mg(60:20:20), Al-Mg(70:30), Si(Ca-Si) 等の形で添加した。

### III. 実験結果

A. Cr-Mn-Si 鑄鋼の強靱性に及ぼす V の影響  
Mn 1%, Si 0.8% と略一定し Cr を 0.5, 1.0 及び 1.5% の 3 種類に變化した Cr-Mn-Si 鑄鋼に V を 0.05 ~ 0.25% 添加した試料に就て硬度及び衝撃値を試験した。その試料の成分は第 1 表に示す様に第 I 類は Cr 0.5%, 第 II 類は Cr 1.0%, 第 III 類は Cr 1.5% を添加したものである。

第 2 表は之を  $A_{c3} + 50^{\circ}C$  に 20 分間加熱油焼入し、 $180^{\circ} \sim 700^{\circ}C$  に焼戻したものゝ硬度及び衝撃抗力を示し



(A) Cr 0.5% (B) Cr 1.0% (C) Cr 1.5

第 1 圖

\* 九州工業大學金屬工學教室, 教授 工學博士

第 1 表

類 別	番 號	C %	Cr %	Mn %	Si %	V %	P %	S %
第 I 類 Cr 0.5%	502	0.24	0.52	0.93	0.76	0.05		
	535	0.22	0.56	0.88	0.69	0.10		
	536	0.24	0.44	0.83	0.57	0.15		
	540	0.21	0.53	1.03	0.59	0.20		
	532	0.20	0.63	0.70	0.66	0.25		
第 II 類 Cr 1.0%	526	0.20	1.09	0.96	0.86	0.05	0.006	0.017
	527	0.20	1.14	0.93	0.81	0.10	0.009	0.012
	528	0.22	1.08	0.91	0.76	0.15	0.005	0.015
	539	0.23	0.99	0.94	0.73	0.19	0.004	0.013
	530	0.23	1.15	0.91	0.77	0.25	0.007	0.011
第 III 類 Cr 1.5%	533	0.23	1.77	0.90	0.69	0.05		
	521	0.23	1.74	0.99	0.76	0.11	0.007	0.011
	522	0.19	1.74	0.93	0.78	0.15		
	534	0.25	1.68	0.89	0.88	0.22	0.007	0.010
	524	0.19	1.46	0.99	0.73	0.24		

第 2 表

類 別	番 號	ヴイツカーズ硬度							シャルピー衝撃値 m·kg/cm <sup>2</sup>						
		180°	300°	400°	450°	500°	600°	700°	180°	300°	400°	450°	500°	600°	700°
第 I 類 Cr 0.5%	502	327	318	294	—	252	223	193	2.18	1.17	1.72	—	3.74	4.74	6.53
	535	327	289	246	—	243	205	194	3.35	2.27	4.34	—	4.40	6.73	7.25
	536	355	337	325	—	310	238	201	2.25	1.24	1.88	—	3.30	4.67	7.40
	540	453	404	342	—	316	290	242	2.43	1.60	2.76	—	4.13	6.03	8.89
	532	235	221	—	202	—	189	159	5.31	4.11	—	5.41	—	6.80	9.49
第 II 類 Cr 1.0%	526	281	275	—	236	—	213	171	1.96	1.50	—	2.93	—	3.38	5.78
	527	270	268	—	243	—	202	169	1.59	1.13	—	1.58	—	3.18	4.97
	528	309	310	—	276	—	210	171	1.71	1.47	—	2.53	—	4.53	8.53
	539	385	384	347	—	308	276	228	3.24	2.16	2.43	—	3.97	6.19	10.14
	530	333	323	—	274	—	223	164	2.43	2.01	—	4.71	—	8.67	12.41
第 III 類 Cr 1.5%	533	361	352	—	342	—	236	176	2.86	1.39	—	2.15	—	5.29	7.69
	521	342	341	—	325	—	264	201	1.77	1.23	—	1.21	—	2.54	5.13
	522	325	326	—	317	—	292	216	4.14	3.56	—	2.73	—	3.54	6.67
	534	328	332	—	307	—	267	199	2.63	2.34	—	2.99	—	3.92	7.87
	524	338	345	—	335	—	314	219	4.54	3.75	—	3.01	—	4.70	9.81

第 3 表

Ti 添加前の脱酸法	番 號	C %	Cr %	Mn %	Si %	Ti %
第 I 類 Al 脱酸處理を行わないもの	613	0.19	1.00	0.91	0.84	0.05
	603	0.19	1.16	0.98	0.98	0.10
	604	0.21	1.16	0.98	0.87	0.15
	614	0.25	0.87	0.93	0.94	0.20
	606	0.19	1.12	1.01	0.98	0.25
第 II 類 Al 脱酸處理を施したもの (Al 0.10%) 添加	607	0.21	1.12	1.03	0.85	0.025
	615	0.18	1.01	0.92	0.96	0.05
	616	0.25	1.01	0.91	0.94	0.10
	610	0.20	1.16	0.96	0.94	0.15
	611	0.25	1.11	1.00	0.93	0.20
612	0.26	1.12	0.99	0.96	0.25	

たものである。これに依れば低 Cr のものも高 Cr のものも Cr 添加量に依る硬度、衝撃値の差異が比較的少い。これら鑄鋼の硬度—衝撃値關係曲線は第 1 圖(A)~(C) の様に Cr 0.5% 及び 1.0% の (A), (B) は V が少量の場合には強靱性の向上も少いが, V の添加と共に漸次強靱性が改善され V 0.2% で最大となる。然るに Cr 1.5% を含む (C) に於ては V 0.24% で最大を示している。概して本鑄鋼は前に述べた Cr-Mo-Si, Ni-Cr-Mo-Mn, Cr-Mo-Mn, Cr-Mn-Si-W 鑄鋼等に比較して強靱性が劣る。

#### B. Cr-Mn-Si 鑄鋼の強靱性に及ぼす Ti の影響

Cr 1%, Mn 1%, Si 1% に略一定した Cr-Mn-Si 鑄鋼に Ti を 0.025~0.25% 添加して強靱性を試験した。その試料の成分は第 3 表の様に第 I 類は Al 脱酸處

理を行わず Fe-Ti 單獨添加の場合、第 II 類は Fe-Ti 處理前に 0.1% の Al を添加して脱酸處理を行つたもの

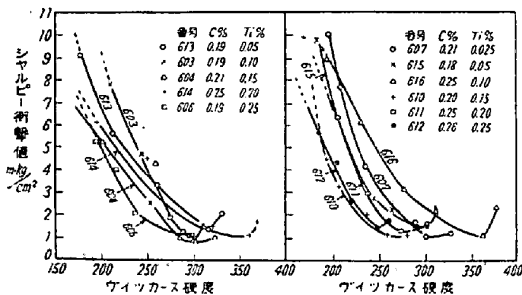
第 4 表

Ti 添加前の脱酸法	番 号	ヴイツカース 硬 度						シャルピー 衝撃値 m.kg/cm <sup>2</sup>					
		180°	300°	400°	500°	600°	700°	180°	300°	400°	500°	600°	700°
第 I 類 Al 脱酸処理を行 わないもの	613	331	315	261	245	212	179	2.07	1.44	3.29	4.46	5.55	9.05
	603	311	301	253	246	209		1.49	0.96	2.47	4.72	7.81	
	604	322	301	284	261	221	204	1.27	0.97	1.04	4.43	4.30	5.36
	614	368	361	321	281	252	194	1.56	1.16	1.52	2.91	4.55	6.18
	606	299	287	275	235	216	194	1.10	1.34	1.94	2.06	4.00	5.27
第 II 類 Al 脱酸処理を施し たもの (Al 0.1% 添加)	607	326	300	289	232	208	197	1.29	1.15	1.73	4.23	7.70	10.04
	615	317	302	265	244	202	187	2.38	1.43	2.24	2.80	6.78	9.85
	616	376	365	310	278	231	194	2.56	1.19	2.28	3.14	6.12	8.98
	610	279	258	236	206	193		1.08	1.08	2.08	3.41	4.48	
	611	301	275	239	208	204		1.66	1.40	2.97	5.75	6.48	
	612	261	248	223	205	183		1.79	1.54	2.73	4.44	5.73	

である。第4表はこれら試料を  $Ac_3+50^\circ C$  に加熱油焼入し、之を  $180^\circ \sim 700^\circ C$  で焼戻した場合の硬度及び衝撃抗力の試験結果である。又第2図(A), (B)はこの

第 5 表

Al 合金脱酸剤の種類	番 号	C%	Cr%	Mo%	Mn%	合金中 Al 含量 %
第 I 類 純 Al	220	0.34	0.87	0.25	0.80	0.05
	221	0.29	1.30	〃	0.64	0.10
	222	0.33	1.39	〃	0.77	0.20
	223	0.38	1.33	〃	0.76	0.30
	224C	0.32	1.0	〃	0.6	0.50
第 II 類 Al-Si (70:30)	225B	0.24	1.0	0.25	0.6	0.10
	225C	0.36	〃	〃	〃	0.10
	226M	0.35	〃	〃	〃	0.37
	227	0.36	〃	〃	〃	0.50
第 III 類 Al-Si-Mg (60:20:20)	228	0.36	1.0	0.25	0.6	0.10
	229	0.37	〃	〃	〃	0.25
	230cc	0.34	〃	〃	〃	0.50
	230	0.31	〃	〃	〃	0.50
第 IV 類 Al-Mg (70:30)	231cc	0.23	1.0	0.25	0.6	0.10
	232	0.35	〃	〃	〃	0.25
	233B	0.26	〃	〃	〃	0.50
	233cc	0.34	〃	〃	〃	0.50



(A) Al 脱酸を行  
わないもの (B) 0.1% Al で  
脱酸したもの  
第 2 図

Cr-Mn-Si-Ti 鋳鋼の硬度—衝撃値関係曲線を示すもので、第I類(A), 第II類(B)共に Ti 0.1% 附近迄(No. 603 及び 616) は幾分強靱性を向上する傾向がある。なお第I類より第II類がその効果は大である。

C. Cr-Mo 鋳鋼の強靱性に及ぼす Al 脱酸処理の影響

Cr 1%, Mo 0.25%, Mn 0.6% に一定した Cr-Mo 鋳鋼に純 Al, Al-Si 合金(70:30), Al-Si-Mg 合金(60:20:20), Al-Mg 合金(70:30) を脱酸剤として 0.05~0.5% 添加して強靱性を試験した。その試料の成分は第5表に示す様に第I類は純 Al で脱酸したもの、第II類は 7:3 の Al-Si 合金、第III類は 3:1:1 の Al-Si-Mg 合金、第IV類は 7:3 の Al-Mg 合金で脱酸処理を施したものである。但し Al 含量はそれ等添加 Al 合金中に Al として含有せられる添加量を以つて示したものである。

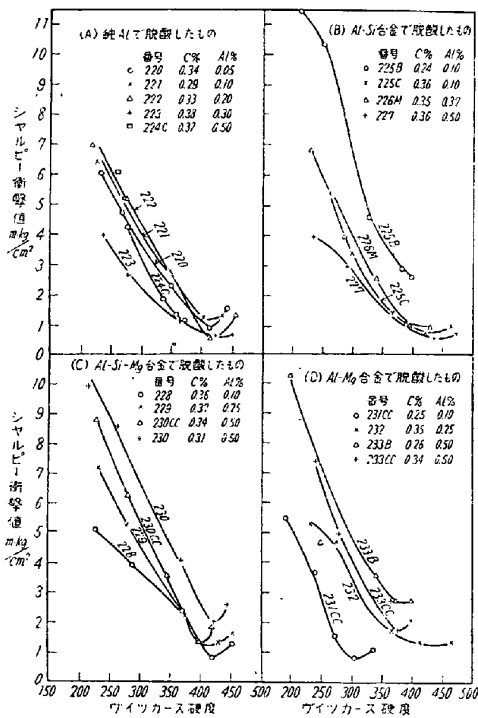
第6表はこれら鋳鋼の  $Ac_3+50^\circ C$  に加熱油焼入したものを  $180^\circ \sim 700^\circ C$  に各1時間焼戻した場合の硬度及

び衝撃抗力を示したものである。この結果を通覧すれば Cr-Mo 鋳鋼を純 Al で脱酸したものは、Ti で脱酸したものと同様に結晶粒は微細になるが (Al 約 0.2% で最も微細) 一般に強靱性が劣る。即ち硬度に於ては他の Al 合金で脱酸したものと大差ないが、衝撃抗力は相當の遜色が認められる。然るに Al-Si 合金で脱酸したものの中 225B(C 0.24%, Al 0.10%) は C 含量が低いため硬度は低いが衝撃抗力が大であり、又 Al-Si-Mg 合金で処理したものの中では 230(C 0.31%, Al 0.5%) が衝撃抗力が大であり、Al-Mg 合金で処理したものの中では 233B (C 0.26%, Al 0.5%) が衝撃抗力が大である。

第3図(A)~(D) はこれら Al 合金脱酸処理の強靱性に及ぼす影響を示すために縦軸に衝撃値を、横軸に硬度を採つて硬度—衝撃値関係曲線を示したものである。之

第 6 表

Al 合金脱酸剤の種類	番 號	C %	合金中の Al 含量 %	ヴィツカース硬度					シャルピー衝撃値 m·kg/cm <sup>2</sup>				
				180°	300°	450°	600°	700°	180°	300°	450°	600°	700°
第 I 類 純 Al	220	0.34	0.05	443	414	352	270	234	1.58	0.87	2.30	4.75	6.04
	221	0.29	0.10	436	402	349	270	227	1.30	1.23	2.77	5.13	6.42
	222	0.33	0.20	457	416	379	274	219	1.32	0.55	2.73	5.96	6.99
	223	0.38	0.30	451	422	367	279	240	0.67	0.58	1.15	2.64	3.95
	224C	0.32	0.50	372	361	337	278	262	1.13	1.34	1.88	4.23	6.01
第 II 類 Al-Si (70 : 30)	225B	0.24	0.10	399	384	327	250	212	2.64	2.85	4.55	10.33	11.44
	225C	0.36	0.10	464	422	367	298	262	0.99	0.74	1.39	3.38	5.37
	226M	0.35	0.37	426	393	340	284	227	0.94	0.96	2.58	3.96	6.85
	227	0.36	0.50	473	446	384	293	235	0.72	0.57	1.01	2.93	3.98
第 III 類 Al-Si-Mg (60 : 20 : 20)	228	0.36	0.10	454	422	373	289	228	1.22	0.82	2.28	3.91	5.09
	229	0.37	0.25	452	430	375	278	232	1.64	1.32	2.20	5.15	7.15
	230cc	0.34	0.50	419	394	348	282	227	1.86	1.38	3.52	6.26	8.76
	230	0.31	0.50	444	424	368	265	215	2.52	2.00	4.02	8.58	9.90
第 IV 類 Al-Mg (70 : 30)	231cc	0.23	0.10	333	304	272	236	191	1.09	4.80	1.54	3.65	5.43
	232	0.35	0.25	465	413	365	274	231	1.33	1.33	1.73	4.65	5.13
	233B	0.26	0.50	396	372	341	248	198	2.74	2.76	3.58	4.65	10.29
	233cc	0.34	0.50	396	378	367	276	239	2.11	1.74	2.73	4.99	7.34



第 3 圖

に依れば純 Al で脱酸したものは(A)に示す様に一般に強靱性が低く、Al 0.2% 迄を添加した No. 220 (C 0.34%, Al 0.05%), 221 (C 0.29%, Al 0.10%) 及び 222 (C 0.33%, Al 0.20%) が幾分強靱性が優れ、それ以上 Al を添加すれば低下する傾向を示している。併し Al 脱酸処理のもの(A)は他の Al 合金脱酸処理の(B)~(D)に比較すると著しく強靱性が低い。即ち鑄鋼を Al で脱酸することは結晶粒微細化には効果的であるが、強靱性

の向上には寧ろ悪影響を及ぼすことが明かとなった。

然るに 7:3 の Al-Si 合金を脱酸剤として添加する場合には、(B)に示す様にそれが少量 (Al 0.1%) である時は炭素含量の低い 225B(C 0.24%, Al 0.10%) は著しく強靱性が大である。然るに假令 Al 添加量は同じく 0.1% であっても、炭素含量の高い 225C (C 0.36%, Al 0.10%) は強靱性が著しく低下し、純 Al の場合と同様の強靱性を示す。又同一炭素含量のものに就て見れば Al 0.37% の No. 226M が Al 0.5% の No. 227 より幾分強靱性が大である。又 Al-Si-Mg 合金の形で添加した(C)に就て見れば Al 含量の少ない No. 228 (C 0.36%, Al 0.10%) 或は 229 (C 0.37%, Al 0.25%) より寧ろ Al 含量の高い No. 230 (C 0.31%, Al 0.5%) が強靱性は優秀である。尙 Al-Mg 合金で処理した (D) も同様に Al 0.5% を含む No. 233B (C 0.26%, Al 0.5%) 及び 233CC (C 0.34%, Al 0.5%) が強靱性が大である。之等の事實は微量の Mg の添加により脱酸処理が有効に働いた事を示すもので、Al は單獨で用いるより Al-Si, Al-Si-Mg 又は Al-Mg 合金の様な強力脱酸剤として用いる方が効果的であると考えられる。

D. Cr-Mo 鑄鋼の強靱性に及ぼす Si 脱酸剤の影響

第 7 表

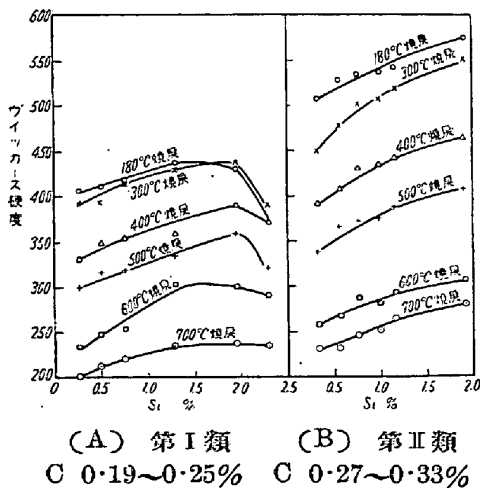
Ca%	Si%	Fe%	Mn%	P%	S%
34.81	62.79	3.13	0.08	0.059	0.029

第 8 表

類 別	番 號	C %	Cr %	Mo %	Mn %	Si %	P %	S %
第 I 類 C 0.19~0.25%	212	0.19	0.81	0.30	0.59	0.28	0.009	0.020
	213	0.21	0.93	//	0.13	0.50	0.008	0.029
	214	0.22	0.85	//	0.56	0.75	0.008	0.017
	209	0.24	1.00	//	0.70	1.29	0.006	0.023
	210	0.25	1.09	//	0.75	1.95	0.012	0.023
	211	0.22	0.97	//	0.73	2.31	0.007	0.012
第 II 類 C 0.27~0.33%	202	0.27	1.08	0.30	0.81	0.33	0.006	
	203	0.29	1.09	//	0.79	0.56	0.008	0.018
	204	0.30	1.03	//	0.68	0.77	0.009	0.018
	215	0.30	0.90	//	0.57	1.02	0.010	0.023
	206	0.30	1.09	//	0.67	1.16	0.007	0.015
	207	0.33	1.02	//	0.68	1.92	0.011	0.014

Cr-Mo 鑄鋼に Fe-Si を添加した場合の強靱性に就ては既に第 2 報に述べたが、本報告では珪化カルシウムを使用した場合の影響に就て述べる。使用した珪化カルシウムは第 7 表に示す様な成分のもので、Cr 1%、Mo 0.3%、Mn 0.6% を含む Cr-Mo 鑄鋼に珪化カルシウムを添加した試料の成分は第 8 表に示す通りである。但し成分中の Si は分析に依つて得た残留 Si 量を以つて Si 含量とした。

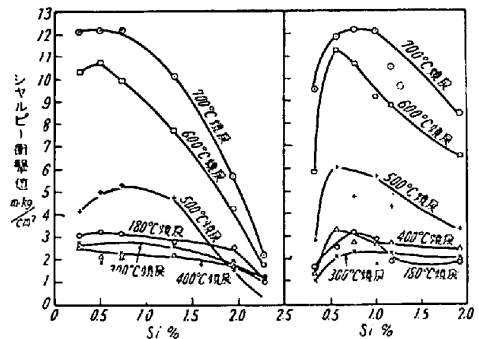
第 4 圖(A), (B) は Cr-Mo-Si 鑄鋼を  $Ac_3+50^\circ C$  に 20 分間加熱油焼入し、之を  $180^\circ \sim 700^\circ C$  に各 1 時間焼戻した場合の硬度の變化を示すもので、(A) は C 0.19~0.25% の第 I 類、(B) は C 0.27~0.33% の第 II 類



第 4 圖

にして、(A) は C 含量が低いため油焼入に依つて充分焼が入らないが C の高い(B) は著しく硬化する。(A) の第 I 類では Si 含量 2% 迄は Si の添加と共に硬度を増加するが、それ以上 Si が過剰になれば何れの焼戻温度のものに於ても硬度が低下する。併し(B) の第 II 類では何れの焼戻処理のものに於ても Si 含量の増加と共に硬度は増加する。

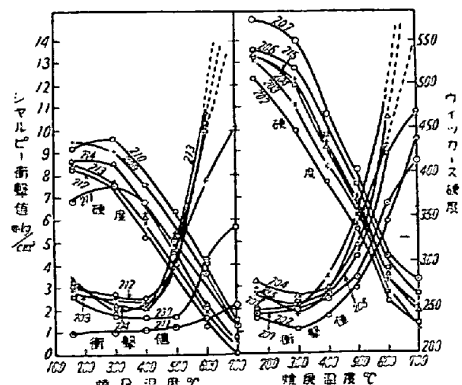
なお第 5 圖(A), (B) は、この衝撃抗力の變化状態を



第 5 圖

示したもので、 $180^\circ \sim 400^\circ C$  焼戻のものは何れも衝撃値は低いが、それ以上焼戻温度を高むれば Si 0.7~1.0% 附近のものが衝撃抗力の増加が最も大で、それ以上 Si が過剰或は過小の場合には衝撃抗力は減少する傾向を示す。即ち脱酸剤程度の過少或は適量以上過剰の珪化カルシウムの添加は強靱性を低下させる。

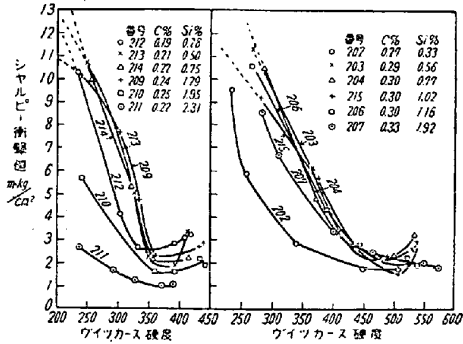
第 6 圖(A), (B) は焼戻温度の硬度及び衝撃抗力に及ぼす影響を示したもので、第 I 類 A では硬度は No. 209



第 6 圖

(C 0.24%, Si 1.29%) 及び 210 (C 0.25%, Si 1.95%) が大であるが、衝撃抗力は No. 213 (C 0.21%, Si 0.50%), 214 (C 0.22%, Si 0.95%) 及び 209 (C 0.24%, Si 1.29%) が良好である。又第Ⅱ類(B) では Si の高い No. 207 (C 0.33%, Si 1.92%) が硬度は最も大であるが衝撃値が低い。No. 203 (C 0.29%, Si 0.56%), 204 (C 0.30%, Si 0.77%) は硬度、衝撃値共に良好である。

第7圖(A), (B) はこの珪化カルシウムで処理した



(A) 第Ⅰ類 C 0.19~0.25% (B) 第Ⅱ類 C 0.27~0.33%

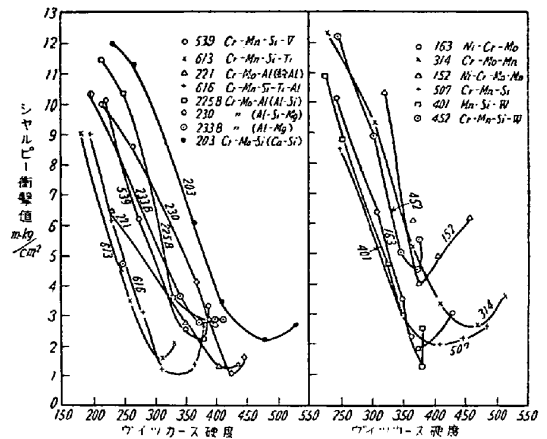
第7圖

Cr-Mo-Si 鑄鋼の硬度—衝撃値關係を示すもので、(A), (B) 共に Si 0.5~1.0% 程度を含むものが強靱性が最も良好で過少又は過剰 Si の添加は強靱性を低下せしめる。而して (A), (B) 兩者を比較すれば (B) が強靱性が大でその中でも Si 0.5~0.7% を含むものが優秀な成績を示している。

IV. 實驗結果の考察

A. 各種脱酸劑の強靱性の比較

以上の V, Ti, Al, Si 等の脱酸劑添加試料中最も良好な成績を示した鑄鋼各1個宛について強靱性を比較してみた。その試料の成分は第9表に示す様なもので之等鑄鋼の調質處理後の強靱性を硬度—衝撃値關係に就て見れば第8圖(A)に示す通りである。之に依れば脱酸劑と



(A) 各種脱酸劑の強靱性に及ぼす影響 (B) 特殊添加元素の強靱性に及ぼす影響

第8圖

して珪化カルシウムを積極的に使用した Cr-Mo-Si 鑄鋼 No. 203 (C 0.29%, Si 0.56%) が最も強靱性は良好で、Cr-Mo 鑄鋼を Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Mg 合金で處理した No. 225B (C 0.24%, Al 0.1%), 230 (C 0.31%, Al 0.5%), 233B (C 0.26%, Al 0.5%) 等が強靱性は之に次ぎ、Al 純で脱酸した No. 221 (C 0.29%, Al 0.1%) は之等より強靱性が劣る。Ti で處理した No. 613 (C 0.19%, Ti 0.05%), 616 (C 0.25%, Ti 0.10%, Al 0.10%) は之等脱酸處理試料中で最も低い強靱性を示している。

B. 特殊元素添加による強靱性の優劣性

第8報~第10報に述べた Cr-Mo 鑄鋼に Ni 又は Mn を添加したもの及び Mn-Si 又は Cr-Mn-Si 鑄鋼に Cr, W 等を添加したものと、中最も優秀な成績を示した鑄鋼各1個宛に就て同様に強靱性を比較した。夫等試料の成分は第10表に示す通りで、第8圖(B)は之等試料の調質後の硬度—衝撃値關係曲線を示したものである。之等試料の中 Ni-Cr-Mo-Mn 鑄鋼 No. 152, Cr-Mo-Mn 鑄鋼 No. 314 及び Cr-Mn-Si-W 鑄鋼 No. 452 等が強靱性が優秀にして、Ni-Cr-Mo 鑄鋼 No. 163,

第9表

脱酸劑	鋼種	番號	化學成分%							
			C	Cr	Mo	Mn	Si	V	Ti	Al
V	Cr-Mn-Si-V	539	0.23	0.99	—	0.94	0.73	0.19	—	—
Ti	Cr-Mn-Si-Ti	613	0.19	1.00	—	0.91	0.84	—	0.05	—
Al	Cr-Mo-Al	221	0.29	1.30	0.25	0.64	—	—	—	0.10
Al, Ti	Cr-Mn-Si-Al-Ti	616	0.25	1.01	—	0.91	0.94	—	0.10	0.10
Al-Si	Cr-Mo-Al	225B	0.24	1.0	0.25	0.6	—	—	—	0.10
Al-Si-Mg	"	230	0.31	1.0	0.25	0.6	—	—	—	0.5
Al-Mg	"	233B	0.26	1.0	0.25	0.6	—	—	—	0.5
Ca-Si	Cr-Mo-Si	203	0.29	1.09	0.30	0.79	0.56	—	—	—

第 10 表

研究成分	鋼種	番號	化 學 成 分 %								
			C	Ni	Cr	Mo	Mn	Si	W	P	S
Ni	Ni-Cr-Mo	163	0.25	2.01	1.06	0.25	0.61	0.61	—	0.004	
Mn	Cr-Mo-Mn	314	0.29	—	1.23	0.25	1.62	0.25	—		
Mn	Ni-Cr-Mo-Mn	152	0.23	2.08	1.39	0.40	0.97	0.35	—	0.006	0.020
Cr	Cr-Mn-Si	507	0.31	—	1.10	—	0.94	0.82	—	0.008	0.008
W	Mn-Si-W	401	0.20	—	—	—	0.94	0.61	1.53		
W	Cr-Mn-Si-W	452	0.20	—	0.91	—	1.00	0.57	0.77	0.007	0.017

Cr-Mn-Si 鑄鋼 No. 507 及び Mn-Si-W 鑄鋼 No. 401 等は強靱性に相當の遜色が認められる。

尙脱酸處理によつて得られた第 8 圖と特殊元素の添加に依つて得られた第 9 圖を比較すれば脱酸劑の添加は No. 152, 314, 452 等の優秀鋼に比較して相當の遜色を示すが, No. 507, 163, 401 等と比較すれば寧ろ脱酸劑の積極的使用に依つて相當の強靱性を附與する事が出来る。勿論之等特殊鑄鋼の強靱性は鋼の鑄造組織, 結晶粒度と密接な關係があるから, 之等の點を充分考慮して最適鋼種を選択使用すべきである。

## V. 結 言

以上の結果を要約すれば大體次の通りである。

(1) Cr-Mn-Si 鑄鋼に V の添加は Cr 含量 1% 迄のものは V 0.2%, Cr 1.5% のものでは V 0.24% で強靱性が最大となる。

(2) Cr-Mn-Si 鑄鋼に Ti の添加は Ti 0.1% 附近迄は幾分強靱性を向上する。而してこの傾向は Ti 單獨

の場合より Al で脱酸した後 Ti を添加した方が効果的である。

(3) Cr-Mo 鑄鋼を Al で脱酸したものは一般に強靱性が劣る。然るに Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Mg 合金として添加すれば効果的である。而して Al-Si 合金では Al 0.1%, Al-Si-Mg, Al-Mg 合金では Al 0.5% を添加したものが強靱性が大である。

(4) Cr-Mo 鑄鋼を珪化カルシウムで脱酸する場合には C の低いものでは Si 2% 迄は硬度を増加するが, 高 C のものでは Si 含量の増加と共に増加する。又衝撃抗力は Si 0.7~1.0% 附近のものが最も良好である。結局硬度と衝撃値の両者が優秀な強靱鑄鋼としては Si 0.5~1.0% 程度のものである。

以上の各種脱酸劑添加による強靱性の優劣は, 珪化カルシウムで脱酸した Cr-Mo-Si 鑄鋼 (Si 0.56%) が最も強靱性が大で, Cr-Mo 鑄鋼を Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Mg 合金及び Fe-V で脱酸したものが之に次ぎ, 純 Al 或は Ti で處理したものは最も強靱性が劣る。

(昭和 26 年 4 月寄稿)