

現場技術

鑄鐵의 材質에 미치는 鋼古鐵配合量의 影響

慎 重 根*

1. 序 論

Cupola 를 使用하여 鑄鐵을 熔解하는 경우는 裝込 地金中の 鋼古鐵比가 增加할 수록 引張強度, 硬度 等 의 機械的 性質이 向上된다.

그러나 低周波誘導爐에서 熔解하는 경우는 機械的 性質이 向上된다는 報告와, 低下한다는 報告가 各各 의 實驗을 根據로 對立되고 있다.

그러한 報告들은 鑄鐵의 5大成分을 위주로 한 實驗 結果이며 실제로는 裝込比가 바뀔 경우 加炭材 等 이 副資材 添加量도 따라 變하여 機械的 性質의 差는 이러한 副資材 種類의 差異 때문일 수도 있으며, 그렇 다면 이 두가지 報告는 모두 옳다고 볼 수도 있다.

當 工場의 경우 誘導爐 操業에서 加炭材를 變更한 結果 機械的 性質에 顯著한 差가 發生했으며, 原因調 查 結果 加炭材 中の 窒素가 熔湯 中에 흡수되어 機 械的 性質에 큰 影響을 끼침을 確認하였다.

本 實驗에서는 容量 6 TON의 低周波 誘導爐를 使用하여 鋼古鐵의 裝込比를 27%, 40%, 53%, 67%, 80% 等 5水準으로 變化시키고 加炭材를 Petro- leum Coke 와 Natural Graphite 2水準으로 變

化시켜 그에 따른 試片의 引張強度, 硬度, 抗折荷重, Deflection 等의 增減을 調查하였다.

2. 實驗方法

實驗은 6 TON 도가니형 低周波 誘導爐에서 冷材熔 解 하였는데 GC 25 標準 STARTING BLOCK 1200 KG 에 鋼古鐵 및 銑鐵을 加炭材와 함께 投入하여 6 TON을 製造한 다음 成分調整을 거쳐 湯溫이 1490~ 1500°C에 이를 때까지 昇溫시킨 후 熔湯을 出湯, 接種 을 거쳐 準備된 鑄型에 試片을 鑄込하였다.

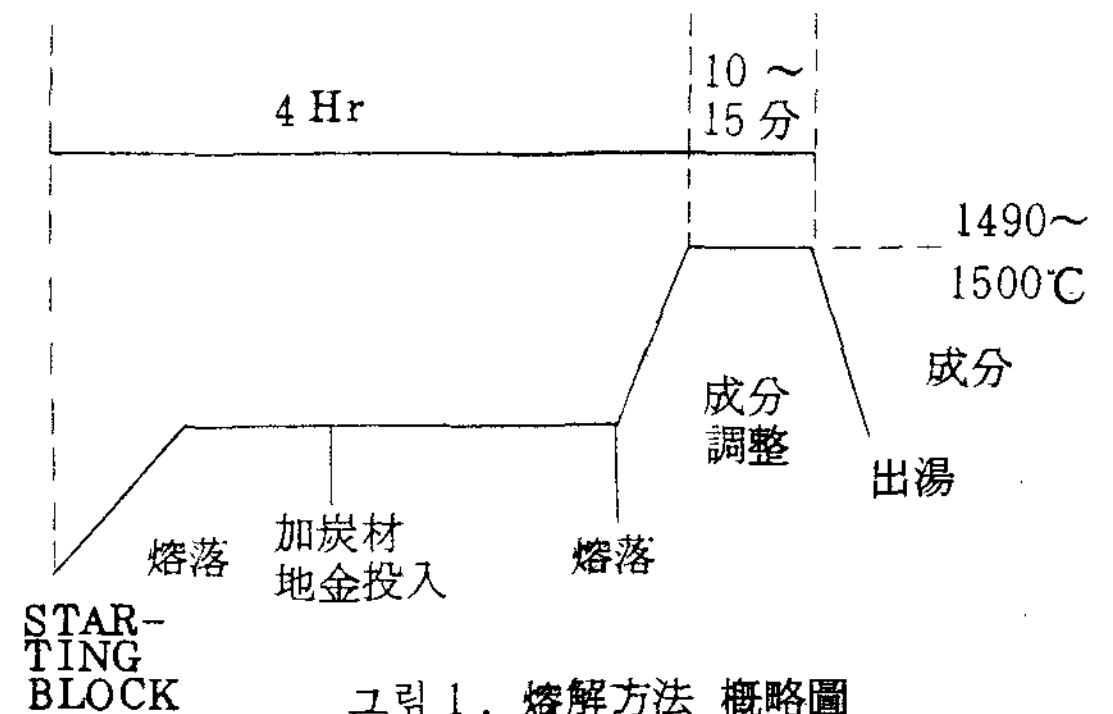


그림 1. 熔解方法 概略圖

<表 1> 使用 原材料의 化學成分表

材 料	元 素	5 成 分 (%)					微 量 元 素 (%)		
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Sn
STARTING BLOCK		3.35	2.0	0.75	0.070	0.029	0.01	-	0.11
鋼 古 鐵		0.18	0.2	0.70	0.010	0.010	0.01	0.03	-
銑 鐵		4.33	1.45	0.54	0.113	0.065	-	-	-
	Fe - Si	0.05	75.9	-	0.026	0.011			
	Fe - Mn	1.92	0.6	76.03	0.020	0.010			
加炭材	M.S.P.Coke	97.45	-	-	-	0.730			
	N.Graphite	84.32	-	-	-	0.170			

* 大宇重工業生産技術部次長

2-1 熔解 原材料

本實驗에 使用한 原材料의 化學成分을 表1에 나타냈다. 標準 STARTING BLOCK은 일반 STARTING BLOCK 1400 KG에 鋼古鐵 2400 KG, 銑鐵 2400 KG, 天然黑鉛加炭材를 使用하여 熔解한 다음 成分調整을 거쳐 試驗片을 製造하고 一時에 出湯하여 1200 KG 5個를 만들었다.

鋼古鐵은 熱延鋼板을 使用하였으며, 銑鐵은 P社產 銑鐵加炭材는 輸入品 石油絲 PITCH COKES와 國產 天然黑鉛, 接種劑는 GRAPHITE系의 F社製 INO-CULIN 10을 出湯과 同時에 LADLE 上部에서 0.2% 接種하였다.

2-2 目標 化學成分

本實驗에서 目標로 하는 化學成分値는 表2와 같으며 P.S에 對해서는 별도의 調整을 하지 않았다.

<表2> 目標 化學成分

C	Si	Mn	P	S	Sn	CE
3.35	2.0	0.75	0.1 이하	0.05 이하	0.1	4.0

2-3 試驗 內容

標準 STARTING BLOCK를 熔解한 후 鋼古鐵을 1600, 2400, 3200, 4000, 4800 KG씩 裝込하여 6 TON의 熔湯을 2種類의 加炭材에 對해 각각 熔解하여 試驗하였다. 計算된 裝込比에 依한 熔湯을 爐中에서 採取, SPECTROMETER로 分析하여 成分調整을 行하였다.

本實驗의 地金配合比를 表3에 나타낸다.

<表5> 實驗結果 總括表

材 質	水 準	1		2		3		4		5	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Medium Sulfur Calcined Petroleum Coke	引張強度	25.8	25.8	27.7	27.3	27.6	27.4	29.1	27.9	30.6	30.6
	硬 度	187	187	203	194	212	203	219	212	231	226
	抗折荷重	1450	1380	1500	1460	1640	1580	1780	1780	1990	1890
	Deflection	6.8	6.3	6.8	6.3	6.9	6.7	7.3	6.8	8.3	8.2
Natural Graphite	引張強度	24.7	23.8	23.9	23.1	23.5	22.8	23.8	23.6	22.9	22.5
	硬 度	187	179	179	179	187	187	179	179	179	174
	抗折荷重	1310	1260	1230	1230	1260	1210	1280	1200	1240	1190
	Deflection	6.4	6.1	6.4	6.2	6.4	6.0	6.1	5.8	6.2	5.9

<表3> 裝込地金 配合表

裝込材 (kg)	水 準					
	1	2	3	4	5	
STARTING BLOCK	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	
鋼 古 鐵	1,600	2,400	3,200	4,000	4,800	
銑 鐵	3,200	2,400	1,600	800	0	
Fe - Si	71.4	86.8	102.2	117.5	132.9	
Fe - Mn	11.6	9.6	7.6	5.7	3.7	
加炭材	M.S.P.Coke	23	62	101	140	179
	N.Graphite	28	75	123	170	217

2-4 試驗片 製作

各 試片은 直徑 30 ± 1.5 mm, 길이 550 mm로 下注法에 依해 製造하여 引張試片은 JIS Z 2201, 8-C 號 試片을 각 2個씩 取하였고, 硬度試片은 引張試片의 折斷面에서 取하여 中央部와 表面部에 對해 測定하였으며, 抗折試片은 환봉 상부 500 mm를 2個 取하여 測定하였다.

<表4> 標準 STARTING BLOCK의 機械的 性質

試驗內容	引張強度	硬 度	抗折荷重	Deflection
結果值	23.9	187	1,270	6.3
	22.4	179	1,220	6.0

2-5 STARTING BLOCK의 機械的 性質

本實驗에 使用한 標準 STARTING BLOCK의 機械的 性質 試驗結果를 表4에 나타낸다.

3. 實驗結果

本實驗의 結果를 表5 및 圖 2~5에 나타낸다.

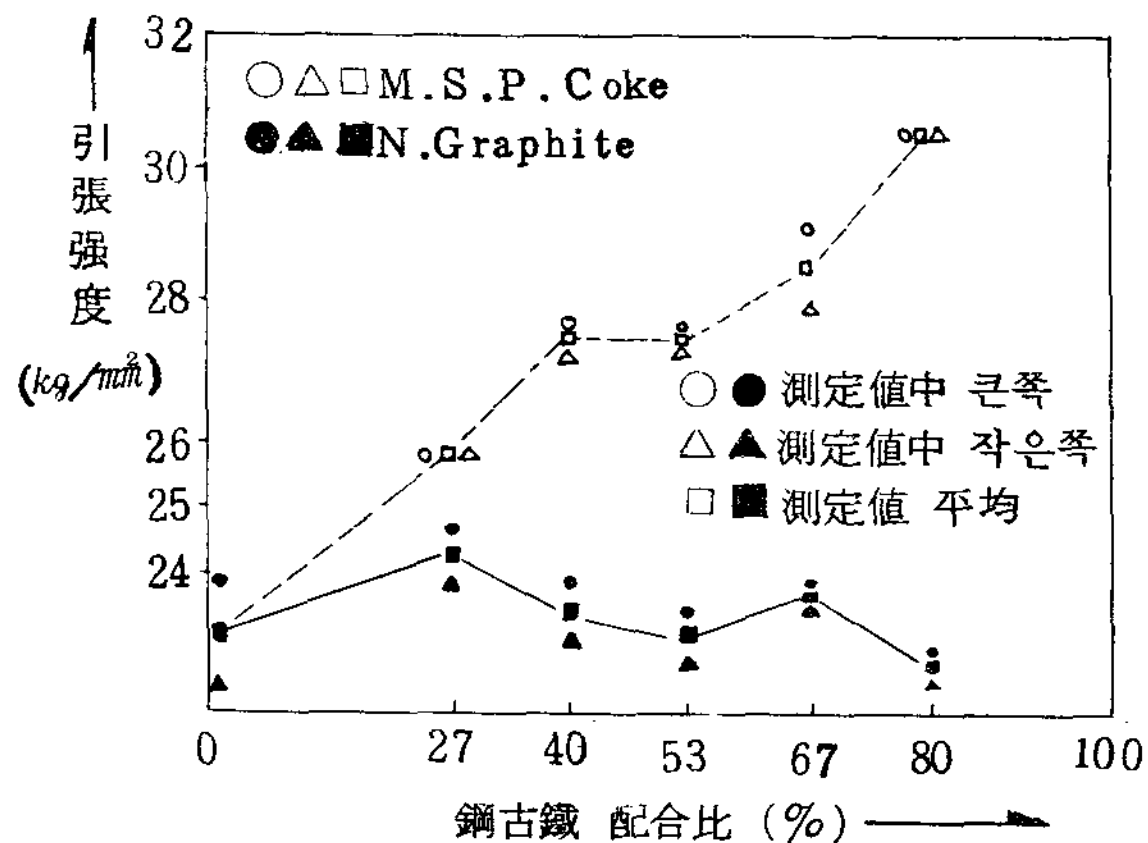


그림 2 鋼古鐵 配合比에 따른 引張強度變化

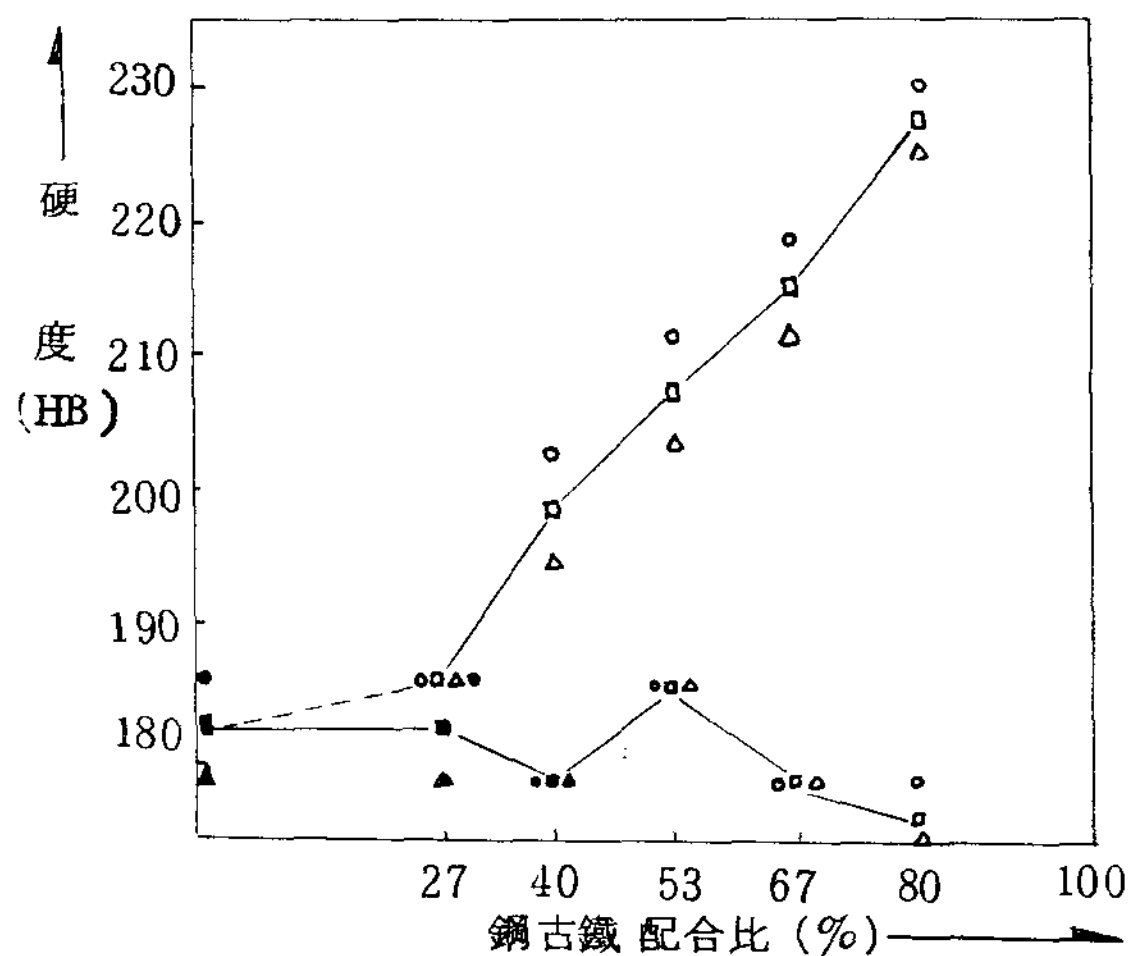


그림 3 鋼古鐵 配合比에 따른 硬度變化

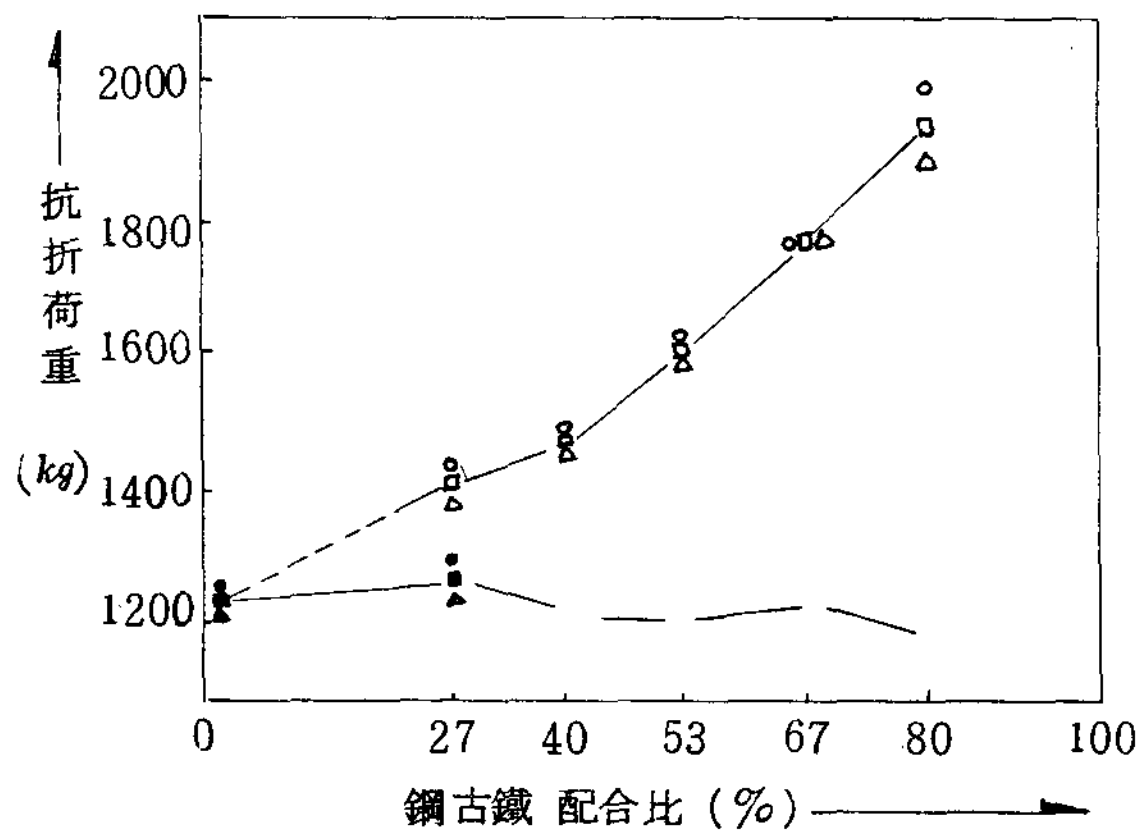


그림 4 鋼古鐵 配合比에 따른 抗折荷重變化

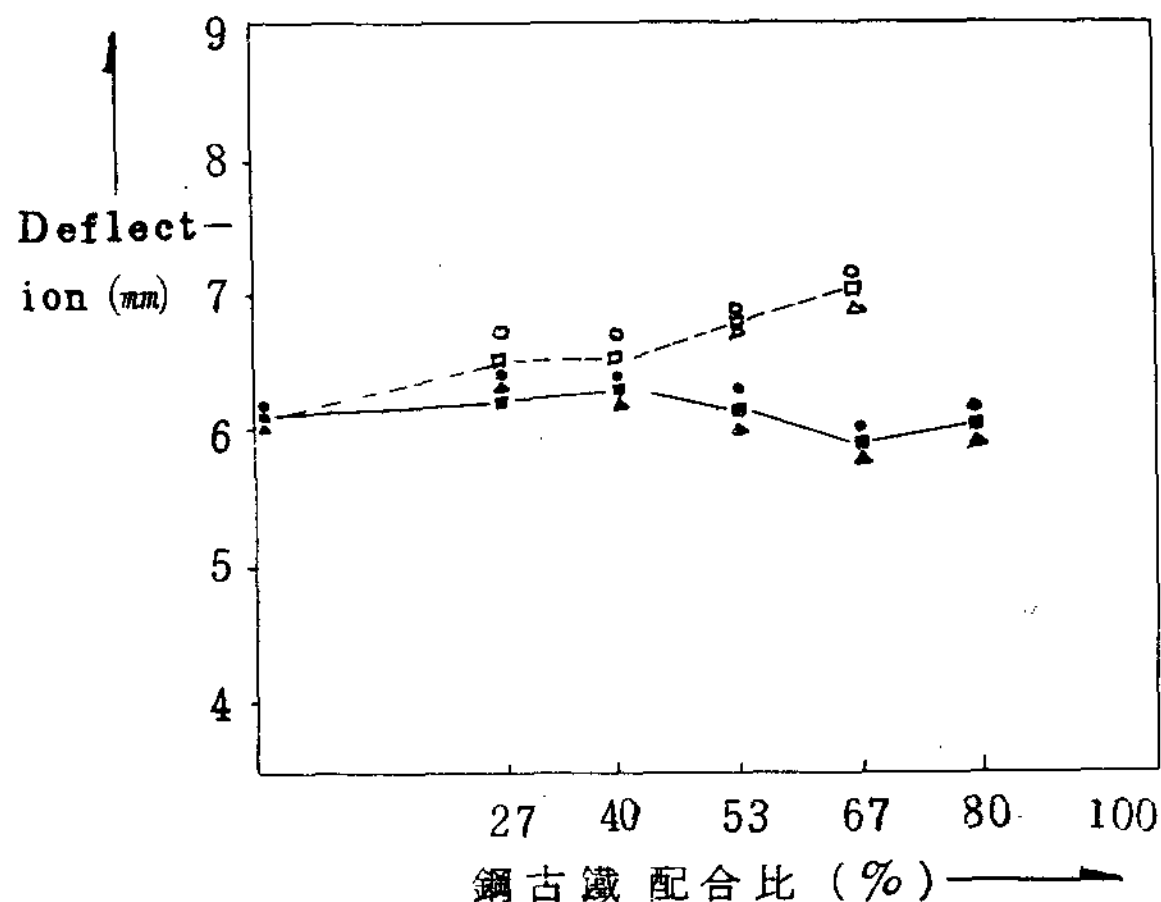


그림 5 鋼古鐵 配合比에 따른 Deflection變化

위의 그림에서 보면 Petroleum Coke를 사용한 경우는 鋼古鐵의 配合比가 增加함에 따라 機械的 性質이 顯著하게 向上되나, 天然黑鉛의 경우는 大同小異하며 오히려 약간 低下하는 것처럼 보인다.

특히 標準 STARTING BLOCK의 機械的 性質은

<表 6> 各種 加炭材中の 窒素含量值

種 類	N (%)	備 考
Gilsonite	2.4	M.H. Davison : Modern
Pitch Cokes	0.63	日 鐵 化 學
Green Petroleum Coke	0.95	Ind, Eng, Chem, Prod, Develop
Medium Sulfur Petroleum Coke	0.60	The British Foundryman
Low Sulfur Petroleum Coke	0.08	"
Brown Coal Char	0.60	"
Synthetic Graphite	0.015	"
Natural Graphite	0.06	"

鋼古鐵 配合比 50%線과 大略 一致하고 있다.

4. 考 察

4-1 加炭材中の 一般的인 窒素含量

各種 加炭材의 窒素含量을 表6에 나타낸다.

4-2 裝込材의 熔湯內 廻收率

裝込材料中の 窒素가 熔湯에 廻收되는 比率은 大略 表7과 같다.

<表7> 裝込材의 熔湯內 廻收率

裝込材	熔湯內廻收率(%)	備 考
鋼古鐵, 銑鐵, 廻收鐵	85	BCIRA BROA-DSHEET 165
加炭材	50	"

4-3 當工場使用資材 窒素含量 分析値

當工場에서 使用하는 加炭材, 鋼古鐵, 銑鐵 및 GC 25 試驗片 (鋼古鐵 : 銑鐵 = 4 : 1, Petroleum Coke 使用)의 成分을 日本 S社에 의뢰하여 分析한 結果를 表8에 나타낸다.

<表8> 當工場使用資材 分析値

種 類	N (%)	備 考
鋼古鐵	0.0042	
銑鐵	0.0061	
M. S. P. Coke	0.59	
Natural Graphite	0.049	
製品 (GC 25)	0.0123	M. S. P. Coke 使用

4-4 日本 S社 分析値 對比 理論的인 窒素含量 推定値

○ 熔湯中の 窒素含量 計算

$$\begin{aligned}
 & (1) \qquad \qquad \qquad (2) \qquad \qquad \qquad (3) \\
 & 800 \text{ (kg/TON)} \times 0.0042 \text{ (%) } \times 0.85 \\
 & = 0.02856 \text{ (kg/TON)} \dots\dots\dots ① \\
 & (4) \qquad \qquad \qquad (5) \qquad \qquad \qquad (6) \\
 & 200 \text{ (kg/TON)} \times 0.0061 \text{ (%) } \times 0.85 \\
 & = 0.01027 \text{ (kg/TON)} \dots\dots\dots ② \\
 & (7) \qquad \qquad \qquad (8) \qquad \qquad \qquad (9) \\
 & 27.5 \text{ (kg/TON)} \times 0.59 \text{ (%) } \times 0.50 \\
 & = 0.08113 \text{ (kg/TON)} \dots\dots\dots ③ \\
 & ① + ② + ③ = 0.120 \text{ (kg/TON)}
 \end{aligned}$$

따라서 日本 S社 分析値인 123ppm과 거의 一致한다.

註 (1), (4), (7): 鋼古鐵, 銑鐵, 加炭材의 熔湯 TON 當 添加量
 (2), (5), (8): " " 窒素含有量
 (3), (6), (9): " " 熔湯內廻收

4-5 本實驗 熔湯中の 窒素含量 推定値

前述한 Data를 根據로 本實驗에 對한 熔湯中の 窒素含量 推定値를 表9에 나타낸다.

<表9> 窒素含量 推定値

(單位: ppm)

區 分	水 準	STAR-TING BLOCK	1	2	3	4	5
M.S.P.Coke	-	-	56.6	73.6	90.6	107.6	124.6
N.Graphite	47.7	47.7	46.4	46.2	46.0	45.8	45.6

註) STARTING BLOCK은 鋼古鐵과 銑鐵을 1:1 比로 配合하였으며, 機械的 性質 試驗結果도 Natural Graphite를 使用한 2番 實驗과 거의 유사하므로 鋼古鐵 600 kg, 銑鐵 600 kg, 加炭材 19 kg을 裝込한 것으로 하여 推定함.

4-6 原因推定

鑄鐵熔湯中에 窒素를 多量 接種하면 CV黑鉛鑄鐵을 얻을 수 있다는 여러 報告가 있다.

鑄鐵中の 窒素含量 增加로 因해 機械的 性質이 向上되는 데 對한 正確한 Mechanism은 아직 알 수 없으나 窒素含量이 增加함에 따라 Graphite는 짧아지고 끝부분이 둥그런 形상으로 變하며, 基地組織에서는 Ferrite가 減少되고 Pearlite의 生成이 촉진되어 機械的 性質이 向上된다고 알려져 있다.

5. 結 論

以上の 實驗으로부터 鑄物品 製造時 總 裝込地金中の 鋼古鐵 配合量의 增加와 더불어 添加量이 많아지는 加炭材의 種類에 따라 機械的 性質이 變化함을 알 수 있다.

本實驗에서는 熔湯中の 窒素含量이 70 ppm 增加함에 依해 引張強度는 약 5 kg/mm² 增加하는 것으로 推定된다.

그러나 機械的 性質 向上이라는 測面에서만 作業方式을 決定해서는 안 되는데, 그 理由는 熔湯中에 窒素가 過多하게 存在하면 Fissure Defect로 불리는 벌레모양의 질소결함이나 Blow Hole 등의 결함이 發生하기 쉽기 때문이다.

따라서 소정의 製品이 要求하는 特性에 따라 最適의 操業方式을 擇하도록 하는 充分한 實驗이 先行되어야 할 것이다.