

Title	鋼の偏析の局部分光分析
Sub Title	Local spectral analysis of a segregation in steel
Author	柳澤, 三郎(Yanagisawa, Saburo)
Publisher	慶應義塾大学藤原記念工学部
Publication year	1948
Jtitle	慶應義塾大学藤原記念工学部研究報告 (Proceedings of Faculty of Engineering, Keiogijuku University). Vol.1, No.2 (1948. 7) ,p.67(25)- 70(28)
JaLC DOI	
Abstract	An abnormal structure is appeared in the fractures of tension test pieces of a Si-Mn-Cr-Mo-steel(C 0.38%, Si 1.00%, Mn 1.00%, Cr 1.00%, Mo 0.40%). The author locally analysed the segregations using a sharp Cu bar as the anti-electrode. The results showed the segregation of high Mo, Si and Cr content, and the behavior of the segregation was discussed.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00010002-0025">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00010002-0025</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

が発生し、且つこれが發振周波數に比し十分小でなければならない。この喩が生ずる爲めには電流が電壓の三次式で表わされることが必要であり、且つこれで十分である。三次の項が存在しない特性の場合上述せる基本波による同期現象は出現しないであらう。然乍ら  $n\omega - m\nu = \nu$  なる可能性は存するのである。分周波現象も高調波間に於ける同期現象と解するならば、全く同様な取扱いをすることが出来る。

二次回路による發振周波數の引張りの現象も、二次回路に發生した過渡電流が更に一次回路に誘起する電壓を制御電壓と見做すならば、全く同様な取扱いにより處理出来るのである。

本稿を草するに當り執行岩根氏、川上正光氏より貴重な文献を拜借し非常な便宜を得た。ここに附記して謝意を表する次第である。

## 鋼の偏析の局部分光分析\*

昭和 23 年 (1948) 2 月 25 日受理

柳 澤 三 郎\*\*

**Saburō Yanagisawa: Local Spectral Analysis of a Segregation in Steel.** An abnormal structure is appeared in the fractures of tension test pieces of a Si-Mn-Cr-Mo-steel (C 0.38%, Si 1.00%, Mn 1.00%, Cr 1.00%, Mo 0.40%). The author locally analysed the segregations using a sharp Cu bar as the anti-electrode. The results showed the segregation of high Mo, Si and Cr content, and the behavior of the segregation was discussed.

**I. 緒 言** Si・Mn・Cr・Mo 鋼の製造に際しその擴張試験破面に寫眞に見る如き銀白色線狀の異常組織が屢々發生し材料試験に不合格となる。之の防止の目的の爲發生原因を調査する必要を生じた。依つて火花分光分析により偏析部分の局部的定量分析を行い、その成分偏析を確認し併せて其の偏析の舉動を論じた。

**II. Si・Mn・Cr・Mo 鋼に於ける偏析の發生** Si・Mn・Cr・Mo 鋼 (C 0.38%, Si 1.00%, Mn 1.00%, Cr 1.00%, Mo 0.40%) に發生する銀白色線狀の缺陷は抗張試験後に初めて其の破面に現われるものであつて其の試片を etch せる顯微鏡組織にその異常を見出す事の出来ないものである。結果に示す如く此の異常組織は合金成分の偏析によるものであるが、其の熔解より偏析發生に至る過程を以下に示す。

酸性平爐製又は酸性電氣爐製 Si・Mn・Cr・Mo 鋼を熔製後 2.5t 彈丸型鋼塊に鑄込み (トラフト使用、頭注) 冷却後鋸にて鋼塊頭部を切斷。加熱の上直徑 500 mm, 肉厚 100 mm, 長さ約 3 m の圓筒に挿出。850.°C に燒鈍。圓筒の内外を削り肉厚 30~40 mm となす。850.°C より 70.~100.°C の油中に焼入、600.°C 燒戻の後圓筒の端より圓周方向に抗張試験片を採取する。

\* 學術振興會第 19 小委員會 昭和 21 年 5 月發表。

\*\* 慶應義塾大學助教授, Assist. Prof. of Keio University.

抗張試験後現はれた銀白色線状の組織は普通部分の組織と比べ判然と見分けられ、毛程の細いものから 4~5 mm の太さのものもあり、又 14. mm $\phi$  の試験片破面に數本現われる事がある。斯かる破面を發生する試料は材料試験に低値を示し、明らかに鋼の缺陷の一つである。

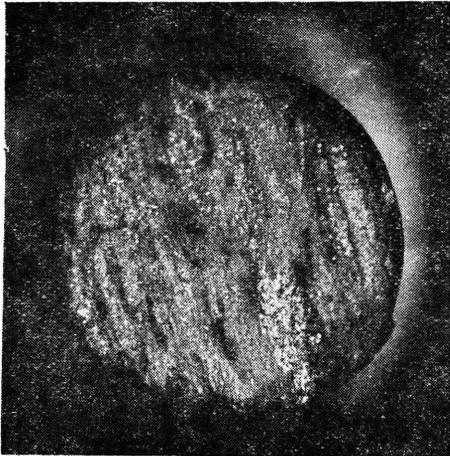


Fig. 1. A fracture of tension test piece, 14. mm $\phi$

III. 實 驗 抗張試験破面中銀白色の偏析部分を放電先端とする如くグラインダーにて削り試料電極となし、之に常に同一の純粹且尖鋭な銅極を對電極とし Feussner 發光法により撮影し、同様に通常組織を放電先端として 6 箇の試料につき撮影した。尙同時に第 1 表の成分の標準試料 5 箇を撮影し比較法に依り Si, Mn, Cr, Mo の分光定量分析を行つた。對電極は Ag がスペクトル線少く純粹に得られるので、初め使用したが放電面が酸化し放電状態が濫つて來るので純銅極を使用した。尙使用せる乾板の  $\gamma$ 、試料電極の

直徑、放電電極間隙、豫備放電時間、使用スペクトル線對其他比較法に依る定量分光分析に必要な検討事項は著者が豫め實驗した結果\*を用い、其の條件決定の詳細は本報には省略する。以下に本實驗の定量條件を示す。

分光寫真器 島津製 QM 60 型

水晶分光器

板乾 富士プロセス硬調

二次電壓 12000. V

外部抵抗 7.5  $\Omega$

自己感應係數 800000 cm

蓄電器容量 0.0033  $\mu F$

試料電極間隙 1.0 mm

分光器の細隙 30/1000 mm

分光器内絞り 使用せず

豫備放電 6 min

露出 4 min

現像液 FD-31 メトールハイドロキノロン液

現像溫度 18.°C

現像時間 2 min

定着時間 5 min

Table 1. Chemical composition of standard samples.

No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
1	0.37	0.30	0.66	0.037	0.027	0.55	1.60	0.13	—
2	0.33	1.10	0.94	0.015	0.007	—	1.00	0.18	—
3	0.40	0.16	0.30	0.030	0.024	1.40	0.48	—	0.24
4	0.34	0.94	1.04	0.039	0.039	—	1.12	0.45	—
5	0.34	0.26	0.63	0.036	0.024	1.60	0.77	—	—

\* 昭和 19 年 (1944) 12 月學術振興會第 19 小委員會に發表。電極間隙變化の會強度比に及ぶ影響は非常に大きい、電極直徑變化の影響は比較的少い。

IV. 結果及び考

察 偏析試料6箇の偏析部分及び普通部分の局部分析結果を Fig. 2. に示す。結果は特殊な發光條件の爲め幾分の誤差を含むが大體に於て偏析の傾向を知る事が出来る。試料番號中の分母分子は鑄込順序を示し K なる記號は搾出後の容器入口の縁の部分より採取せる試料なる事を示す。圖に見る如く Mo, Si, Cr は偏析部分に於て地金部分よりも高値を示し, Mo 量は全試料とも地金部分の2倍となっている。

然るに全く同一組成の Si・Mn・Cr 鋼であつても Mo を含まない鋼に就いては一般に脆い材料である事が知られているが、この程度の大型鋼塊に於ても尙この種の偏析は發生しないから、この偏析が Mo と直接的な關係を持つ事が明らかである。

又此の大型の偏析の發生は高融點の Mo を主とし之に Cr, Si が加わつている事及び之等金屬の鋼の凝固溫度以下に於ける擴散係數が極めて小である事から、鑄込後凝固の際に生じたものであつて、二次的の熱處理により生じた組織ではないと云い得る。

次に此の偏析が燒鈍の結果抗張試驗破面に現われず、外見上消失する如き現象を経験する事から、此の偏析の熱處理による消失の可能性について論じて見る。

偏析消失には偏析元素の擴散が必要であり且他元素の存在が擴散に對し多少の影響を持

Table 2. Pairs of lines.

Si	2881.6 Å	—	Fe	2883.7 Å
Mn	2939.3 Å	—	Fe	2923.9 Å
Cr	2677.2 Å	—	Fe	2689.2 Å
Mo	2816.2 Å	—	Fe	2828.6 Å

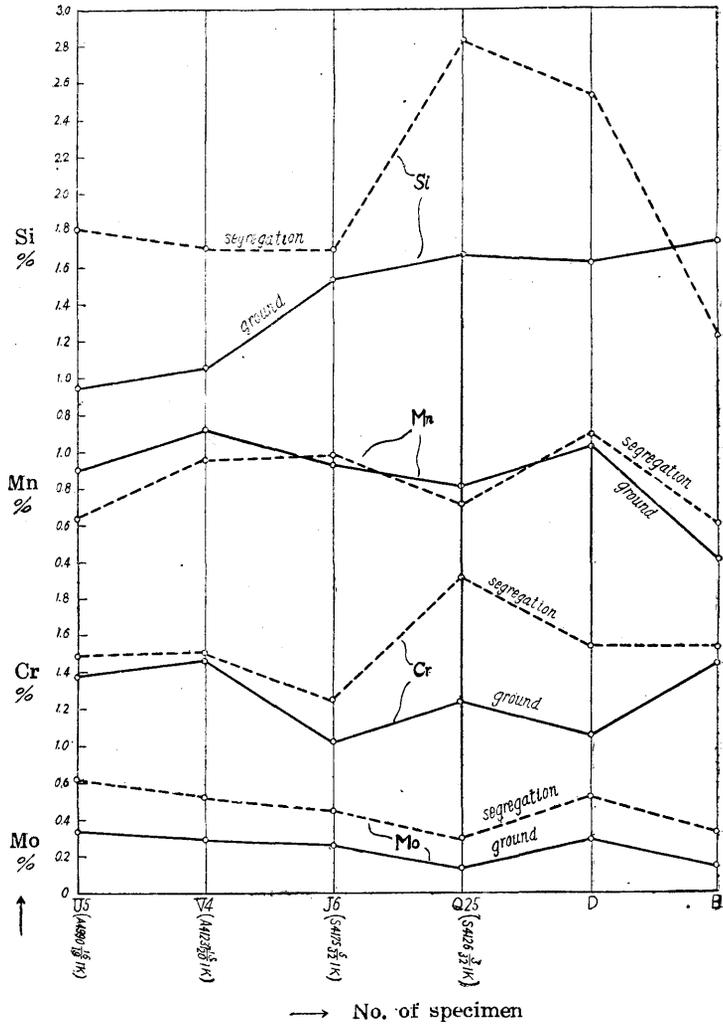


Fig. 2. Results on the local spectral analysis.

ち又此の分光分析法では顯微鏡的化合物の組成が求められず又其の自由エネルギーも知る事が出来ず従つてその安定度を論ずる事は出来ないから低温必らずしも高温よりもその化合物の安定度大なりと斷ずる事は出来ないが大體に於て主成分たる Fe 中の擴散係数を以つて偏析消失の安易を論じてみる。1200.°C に於ける擴散係数は Cr :  $1.7\sim 8.1\times 10^{-9}$  cm<sup>2</sup> sec<sup>-1</sup>(<sup>1</sup>), Mo :  $2.3\sim 15.0\times 10^{-9}$  cm<sup>2</sup> sec<sup>-1</sup>(<sup>2</sup>), Si :  $1.4\times 10^{-8}$  cm<sup>2</sup> sec<sup>-1</sup> (1150.°C)(<sup>3</sup>) 程度であり C, H<sub>2</sub> 等比べて非常に擴散が遅い。又燒鈍溫度 850.°C 附近に於ける之等金屬の Fe 中の擴散係数は大體に於て  $10^{-10}$  cm<sup>2</sup> sec<sup>-1</sup> 以下であつて成分の擴散によつて肉眼的偏析の消失は期待出来ない。故に燒鈍により偏析が外見上消失するとしても、その消失は只燒鈍により偏析の境界に於て一應組織の連續が保たれ、且異常破面發生の副原因と思われる燒入による殘留應力が同様に燒鈍により緩和せられて機械的性質が良好な状態に保たれたものであつて、斯かる比較的大なる幅を持つた偏析が成分の擴散によつて消失する事は起り得ず、依然として偏析は存在するであろう。この事柄は一度消失を見た鋼も燒入の條件により、再び偏析の發生を見る事からも考えられる。尙線狀偏析は圓筒の圓周方向から採取した試験片に見られるから、之は凝固の際に成長した結晶偏析が熱間搾出により圓鑄面と平行に壓延され擴がつたものであらうと想像する。

以上により此の異常破面は Mo を主原因とし Cr, Si の協力による結晶偏析であり、之が燒入による殘留應力により助長せられた結果の異狀破面であつて、消失の困難な缺陷と云う事が出来る。

V. 結 言 Si・Mn・Cr・Mo 鋼の異常破面につき局部分光定量分析を行い Mo を主原因とした Cr・Si の偏析の存在を確かめた。而して之の生因を考察し、之が熱處理による消失の困難な一つの缺陷なる事を指摘した。

## 廻轉爐燒成法に依るアルミナ製造の研究 (第2報)

昭和 23 年 (1948) 2 月 25 日受理

山 口 太 郎\*

**Tarō Yamaguchi: Studies on the manufacturing of Alumina by the Rotary Kiln. II.** The investigations were carried with aluminous materials in nature, such as bauxite, diasporic bauxite, aluminous shale, nepheline-syenite, and sericite-schist, etc. regarding the relations between the range of clinkering temperature or the extraction percentage of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> or Na<sub>2</sub>O and the proportioning ratio of the raw materials, while in the previous paper with the various artificial ores having different ratio SiO<sub>2</sub> or Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. It was recognized that the range of clinkering temperature and extraction percentage, being indifferent of the states of the oxides

1) P. Bardenheuer, R. Müller: Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforschung (1932) 295.

2) G. Grube, F. Liebenwirth: Z. anorg. chem. 88 (1930) 274.

3) A. Fry: Stahl u. Eisen 43 (1923) 1039.

\* 慶應義塾大學教授: Prof. of Keio University.