

パネル討論会講演概要

鋼中非金属介在物研究の現状

早稲田大学理工学部教授;

学振 19 委, 非金属介在物協議会主査

工博 ○長谷川正義

金属材料技術研究所;

学振 19 委, 非金属介在物協議会幹事

内山 郁

Present Status of the Studies for Non-metallic Inclusions in Steel in Japan.

Dr. Masayoshi HASEGAWA
and Iku UCHIYAMA.

周知の通り鉄鋼中の非金属介在物は、その鋼材の性質、とくに機械的性質に大きな影響をおよぼすものとされてきた。たとえば、鋼の疲労破断の起因にあげられ、あるいは鋼の深絞性を低下させる場合などである。しかしこれらも、定量的な関係については必ずしも明確な根拠がえられていない。その理由としては、

(1) 鋼中の非金属介在物の生成過程は一般に複雑でそれにより生じた介在物の組成、結晶構造、分布状態、形状、大きさ、量などがいちじるしく変化すること。

(2) 非金属介在物自体の性質、とくに溶鋼中での性質、挙動に関する製鋼反応的および物性的知識に乏しいこと。

(3) 非金属介在物と鋼質との関係を調べるにあたって、特定の非金属介在物の一定量を任意に鋼中に分散させることが難かしいので、純粋な状態での研究が阻害されていること。

(4) さらに鋼の性質に直接関係するその他の因子(例えば結晶粒度、金属組織成分など)の影響を分離して検討することが容易でないこと。

などがあげられよう。ここに非金属介在物の有害性が必要以上に強調されたり、他方ではその影響が過少に評価されたりする原因があるが、このことは地キズの問題についても最近漸く認識されてきている。

近年鋼の精錬作業、造塊技術、あるいは加工法などに

多くの新技術が導入されるとともに、金属学的研究もいちじるしく進歩し、非金属介在物の分離、同定方法にも多くの新しい手段が開発されてきているので、非金属介在物に関する問題点を整理、再検討することが必要であると考え、今回日本鉄鋼協会、日本金属学会共催のもとに日本学術振興会第 19 委員会の協力をえて本討論会を開催することとした。この討論会を開くにあたってまず、わが国における非金属介在物の研究の現状などについて簡単に紹介してみよう。

非金属介在物に関する研究は、多くの会社、工場、大学および研究所で広く行なわれてきたが、これらの成果は主として鉄鋼協会、あるいは金属学会誌上に発表され、年々その数は増加し、たとえば“鉄と鋼”誌上のみでも、昭和 31~35 年の 5 年間で、その論文数は 60 篇の多きを数え、また金属学会では、本年春の講演大会において、“铸造造塊における非金属介在物に関するシンポジウム”を実施するなど、次第に非金属介在物の生因、挙動が明確化されつつある。一方機械学会などでも材料強度の立場から非金属介在物、地キズの疲労強度、脆性破壊などに対する研究が報告されている。

非金属介在物に関する総合的な研究活動は古くから学術振興会第 19 委員会で行なわれている。すなわち 19 委員会では非金属介在物の問題は、昭和 13 年頃から鋼材の欠陥防止に関する重要な問題として採択されていたが、その後介在物の化学分析法の決定などを行ない、昭和 14 年には第 1 分科会で「鋼中非金属介在物による鋼材品位判定法」が決定され、鋼の清浄度の測定法およびその表示法について、初めて一つの基準が示された。その後さらに第 3 分科会に移されてこれに再検討を加え、新しい判定法を確立する目的で昭和 29 年に非金属介在物協議会が設けられた。

その結果、昭和 32 年に 3 種類の方法を決定し、これを新学振法として公表したが、その経過などは公刊図書「鋼と非金属介在物」に詳しい。なおその一部は、JIS「鋼中の非金属介在物の顕微鏡判定法」として反映されていることは周知のことである。かようにしてこの協議会は非金属介在物の形状分布に基く清浄度の判定に関し

Table 1. Subjects of reports presented at The 19th Committee (Steelmaking) of The Japan Society for the Promotion of Science. (1958~1962)

Subjects	Number of reports
Nonmetallic inclusions in killed, semi-killed and rimmed steels	4
Causes of oxide inclusions in steelmaking	6
Change of inclusions in ingot-making	2
Change of inclusions during hot-working and heat treatment	3
Chemical analysis and separation	5
Isolation and identification of inclusions	14
Electron-probe X-ray microanalyser	6
Nonmetallic inclusions in bearing steels	4
Effects of inclusions on the fatigue properties of steel products	6
Effects of inclusions on other properties	4
Macro-streak-flaws in steel	12
Others	7

ては一応初期の目的を達したのであるが、さらに進んで現在は次のごときテーマを主題として活潑に研究している。すなわち、

- (a) 介在物の成因を各種の手段により追求すること
- (b) 介在物の組成を新しい手段によつて詳細に研究すること
- (c) 介在物が鋼質におよぼす影響を明確にすることなどである。

本協議会は製鋼技術者はもちろん、化学、物理、窯業、金属、機械の専門分野の研究者をメンバーとしてすでに33回開催され、その提出資料は優に120件を越えているが、最近5カ年の内容はTable 1のごとき範囲に涉っている。なお介在物協議会ではその活動の一部としてつぎのごとき調査を行なつている。

(i) 非金属介在物の代表的な形態、組成を示す標準写真集の編集。

(ii) 内外における非金属介在物に関する文献の集収、発刊。

(iii) 地キズの肉眼試験法の検討。

である。このうち(i)の標準写真集は昭和38年に刊行の予定であり(ii)の文献集は近々上梓の運びである。

(iii)の地キズの問題は従来の判定方法を再検討して合理的なものとするため、協議会の中に「地キズ試験法改訂小委員会」を設け昭和36年より提出資料60件をもとにして討議されたが、その結果「鋼の地キズの肉眼試験方法」が新学振法として最近公表された。

このように学振19委員会ではまず鋼中非金属介在物の本質を明らかにし、その鋼質におよぼす影響を解明するための努力を続けているが、学術振興会内には機械部門の立場から同じ目的を達成しようと努力をしている委員会がある。すなわち学振第129委員会“金属材料の強度と疲労”の第1分科会においては、材料強度の立場から金属組織および欠陥と疲労強度の関係を主題として研究しているが、とくに鋼材の欠陥としての非金属介在物(主として珪酸塩系介在物、アルミナ系介在物)、偏析、熱処理組織、白点、地キズなどをえらび、それぞれを因子として検討することになつているので、非金属介在物の問題に関しては19委員会の協力が望まれている。

また別に転り軸受寿命第126委員会においては、軸受の寿命の試験法および軸受の寿命の向上を目標にして検討が行なわれている。周知の通り軸受鋼においては、従来その非金属介在物や地キズに関する規定は非常に厳密であつた。しかし近年いろいろのデータからそれを再検討する情勢になつている。それでこの非金属介在物の問題に関しては、同じく19委員会は126委員会に協力することになつている。

以上学会および学振を背景とした全国的な非金属介在物に関する研究活動の現況について概略を述べた。問題の性格上、製鋼現場的ないし実験室的研究はかなり進歩しているにもかかわらず、その本質の解明はなかなか困難である。したがつてこれに関係する技術者、研究者の強い協力が望まれるわけである。

今回講演大会開催地の要望もあつて本討論会を開くにいたつた理由も、上述の趣旨にもとづくものである。以下、初めに非金属介在物研究についての問題点を抽出し、

それについて実験データをもとにした検討を加え、さらに広い視野から種々討論を行うこととなつた。会員諸兄の活潑な討論を期待している。

なお非金属介在物に関する研究の最終目標は、いうまでもなく実用上の鋼質への影響を明確にし、製鋼作業にそれを反映させることにあるが、研究の道程としては、まず介在物の成因を明かにし、その組成を解明することが重要である。今回の討論会の主題をこれに限定した理由もここにある。

鋼中非金属介在物対策研究上の 諸問題に関する考察

金属材料技術研究所

工博 荒木 透

Some Observation on the Problems for Studying Nonmetallic Inclusions in Steel.

Dr. Toru ARAKI.

I. 緒 言

工業的に生産される鉄鋼中には、現在の技術において、肉眼的に存在する地疵(砂疵)およびミクロ的な非金属介在物は多かれ少かれ鋼質を左右する重要な構成物として不可避なもので、多くは好ましくないものとされながらも鋼材の製造、使用の歴史とともに歩んできた感がある。

これらが製鋼(造塊)作業における生成の機構や技術的諸条件における挙動、また鋼材の品質、使用用途におよぼす影響などについての研究は従来長きにわたつて行なわれてきた。

その間、現場現象の観察や統計的な解析、実験的手段による物理化学的法則性の探究、基礎学理的な面からの推考、説明など数多くの研究が発表されており、介在物の存在の実体を把握することについては各種の測定、分析、同定の手法も逐次確定され、合理的な進歩を見せてきているし、生成原因と結果の説明についても各種の鋼種や条件の相違による複雑さを乗り越えて漸次解決に歩を進めつつあると思われる。

しかし個々の問題については、それぞれの条件の相違から画一的な統一理論では解決できない問題がまだまだ多く、一応の定説となしうる結論が明かでない問題がなお沢山今後に残されている。

今回は主として、鋼の溶解、精錬、造塊の諸条件により鋼中に生成残存する非金属介在物が機械的性質におよぼす影響にかんがみ採られる対策研究に関しこれまでの各々の研究にもとづいて再検討を加えた結果と若干の見解について述べ、一つのまとめ方を提起して、この問題点についての討論の資ともいたしたい。

II. 鋼中の介在物の影響について

製品鋼材の内質に存在する介在物は、被削性向上のために特に添加したPbなど特殊な金属性介在物を除いては非金属性のものであり、このような使用用途上の価値という点からみた鋼品質におよぼす影響からは硫化物、窒