

# 電気炉製鋼スラグの膨脹安定技術の開発

## Development of Stabilization Technology for Arc Furnace Slag

大同特殊鋼(株) 技術部 玉利 修\*・福本 行男  
 知多工場 放生會治男・竹内 茂博

### 1. 緒言

電気炉・転炉製鋼により発生する製鋼スラグは、その有効活用方法として道路路盤材料に利用されつつあるが、これらは、経時的に膨脹を起こす性質があるため、膨脹を安定化处理(エージング)させた後使用する必要がある。

当社は、1987年から電気炉スラグの性状調査やエージング処理技術の研究開発を進め、路盤材として実用化してきた。

本報では、これらの技術開発概要について報告する。

### 2. 製鋼フロー

図-1に代表的な製鋼フローを示す。

スラグ発生量は粗鋼量の10%であり、酸化・還元が発生比率は6:4である。

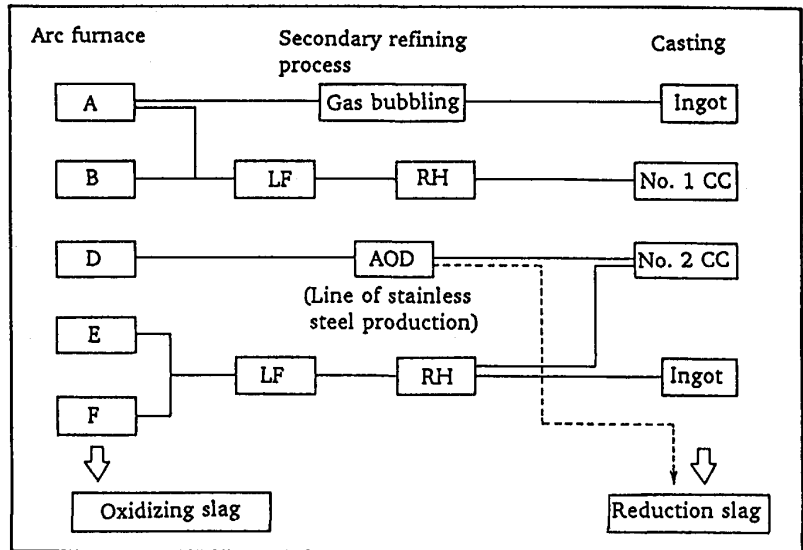


Figure 1: Process flow of melting shop

### 3. 電気炉スラグの処理工程

スラグの処理フローを図-2に示す。

酸化スラグは流滓、還元スラグはスラグポットで完全凝固させた後散水冷却を実施している。

冷却されたスラグは、粉碎・磁選工程で鉄分を除去後、エージングして製品として出荷される。

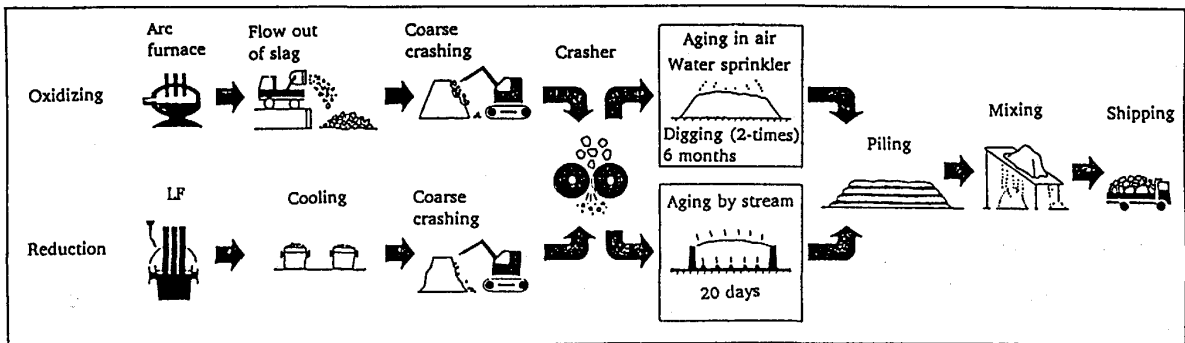


Figure 2: Production flow chart of slag

平成 4年10月 1日受付 (Received on Oct. 1, 1992)

\* Osamu Tamari(Technology Administration Department,Daido Steel Co.,Ltd., 1-11-18 Nishiki Naka-ku Nagoya 460)

4. 電気炉スラグの安定化処理

4.1 膨脹比

電気炉スラグサンプルの膨脹比を後述する蒸気膨脹試験法により求め、図-3に示す。

酸化スラグの膨脹は、エージング処理をしなくとも小さい値を示すが、還元スラグは50%にも達する膨脹比を示し、散水湿潤するだけで水和反応が進み、膨脹比は半減するものの、それでも20%強の高い値を示す。

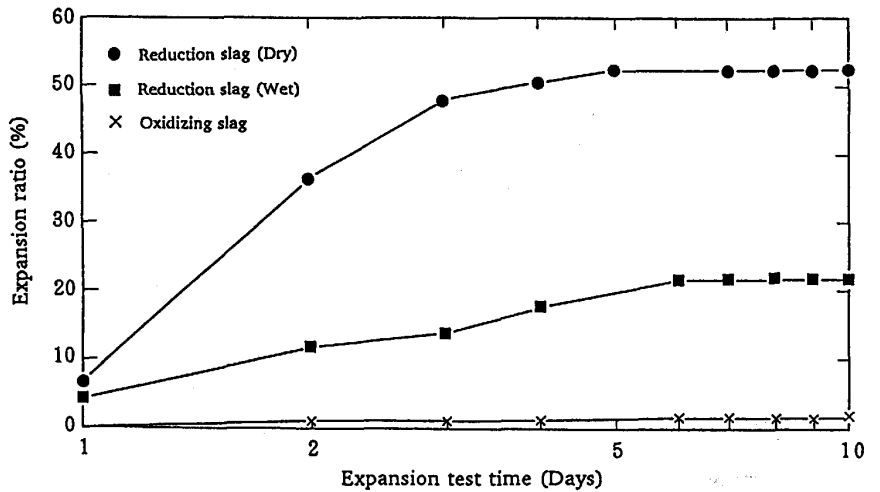


Figure 3: Result of steam expansion test for slag before aging

4.2 還元スラグの膨脹メカニズム

還元スラグの膨脹は、道路の路盤材、盛土などに利用する時の大きな障害となっている。

膨脹原因は、スラグの化学成分のうち、 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 、 $CaO \cdot 2CaO \cdot SiO_2$ などの鉱物相が水和反応により体積変化を起こすために生ずるものであり、この主たる原因は遊離石灰 ( $f-CaO$ ) が消石灰 ( $Ca(OH)_2$ ) に変化する時の体積膨脹であることが明らかにされている。<sup>1)</sup>

水和反応式に基づく体積変化を計算すると、下記のとおりとなる。

	CaO	+	H <sub>2</sub> O	→	Ca(OH) <sub>2</sub>
重量	1 kg		0.321 kg		1.321 kg
(分子量)	(56.08)		(18.0)		(74.08)
密度	3.367 g/cm <sup>3</sup>		1.0 g/cm <sup>3</sup>		2.239 g/cm <sup>3</sup>
体積	297 cm <sup>3</sup>		321 cm <sup>3</sup>		590 cm <sup>3</sup>

例えばCaOが水和反応し、Ca(OH)<sub>2</sub>になると、体積は1.99倍(590/297)に膨脹する。

しかし、還元スラグの膨脹は、 $f-CaO$ ばかりでは説明が付き難く、MgOなどの水和反応による体積変化もあると推定されている。

4.3 エージング

酸化スラグは、ほとんど膨脹がないため屋外に山積みし大気エージングを実施している。

還元スラグは、膨脹比が大きく大気エージングでは水和反応が極めて遅く、製鋼スラグ路盤設計施工指針に定めた膨脹比1.5%以下をクリアするには数年の期間を要すると思われる。

当社は、CaOの水和反応は水と温度によって促進

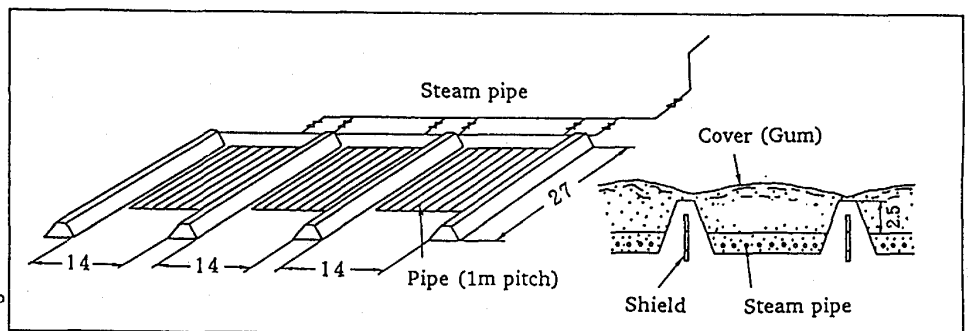


Figure 4: Schematic drawing of steam aging treatment

されることに着眼し、蒸気によるエージングを実施した。

蒸気エージングは、図-4に示すように、底部に蒸気の配管を付設したヤードに還元スラグを山積みし、底部から110℃、98KPa前後の水蒸気を吹き出してエージングの促進を行う方法である。

図-5に実用化プラントでの蒸気エージング日数と膨脹比との関係を示す。

蒸気エージング日数が増加すると膨脹比は減少し、蒸気エージングの効果が顕著であることを示している。

18日以上蒸気エージングにより、膨脹比1.5%以下を達成できるが、現在では20日間を標準としている。

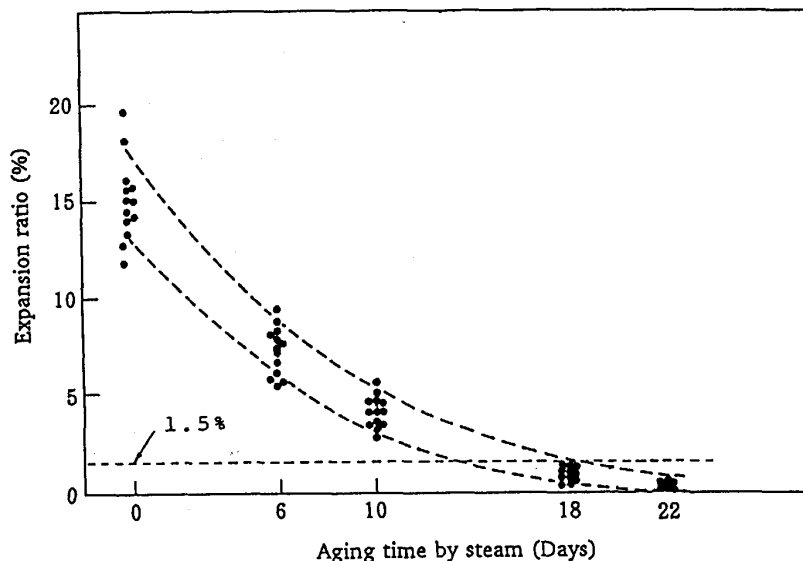


Figure 5: Relationship between expansion ratio and steam aging time

### 5. 蒸気膨脹試験法の確立

製鋼スラグ路盤設計施工指針に従った80℃間欠水浸膨脹試験法では、還元スラグのような膨脹が遅延して現れるスラグは、正しい膨脹比を求めるには長期間の試験が必要となる。

そこで、膨脹試験にも蒸気を利用して、試験期間の短縮を図るべく検証を試みてきた。

下表に膨脹試験法別の膨脹比出現率（各サンプルの飽和膨脹比を100%とした時の日程ごとの出現割合）を示す。

Table Comparison of the results of different expansion test

Method	Time (Days)	Expansion ratio (%)										
		2	4	6	8	10	14	30	60	90	120	150
Intermittent soak in 80°C water (80°C x 6hrs/day)		-	-	-	-	7.6	-	21.3	51.4	78.1	92.7	96.4
Thorough soak (80°C x 24hrs/day)		-	-	-	-	-	24.9	56.6	88.1	96.9	99.5	99.5
Steam (110°C x 24hrs/day)		33.2	59.0	73.8	80.2	85.7	90.1	98.2	99.8	-	-	-

このデータから、蒸気膨脹試験14日目の出現率90.1%の値は、間欠水浸膨脹試験では、およそ100日以上に相当することがわかった。

表のデータを図示したものが図-6である。

図-6から明らかなように、電気炉スラグの場合、製鋼スラグ路盤設計施工指針に従った80℃間欠水浸膨脹試験法（80℃・6H/日×10日間）では、短期間に膨脹比を判断するデータは得られない。

従って、当社では独自に開発した蒸気膨脹試験法によって短期間に膨脹比を確認し、スラグ路盤材の品質管理を行っている。

図-7に蒸気膨脹試験装置を示す。

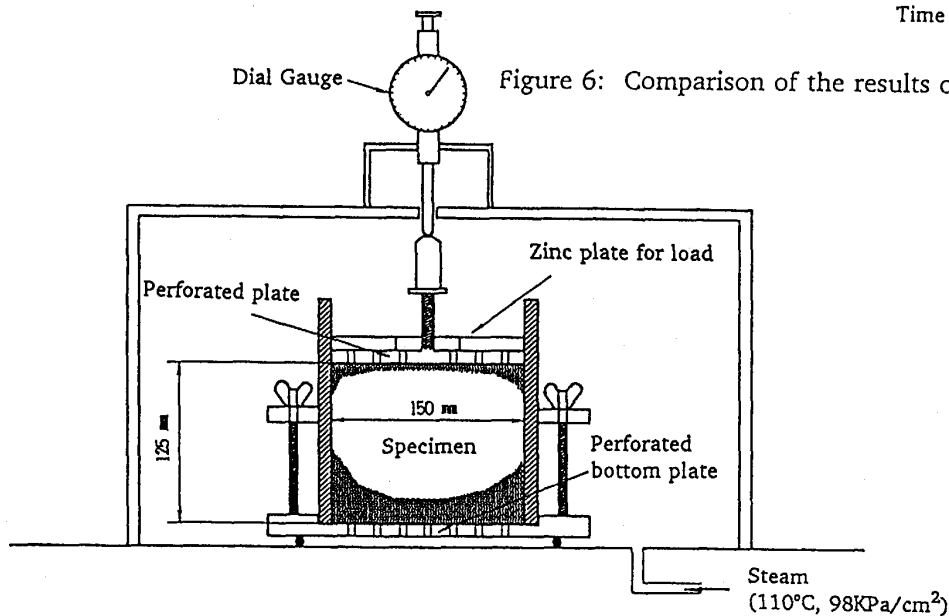
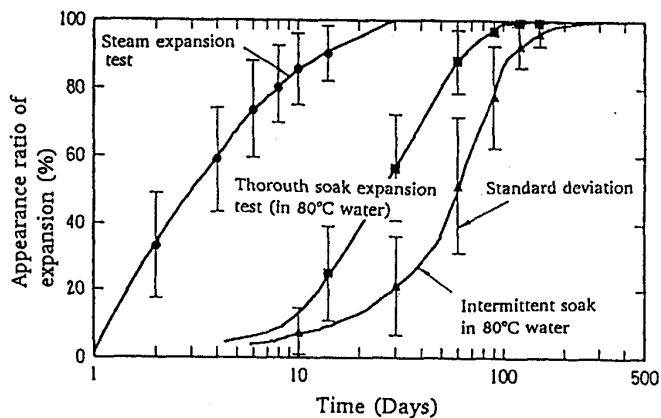


Figure 7: Equipment for expansion test using steam

## 6. 結 言

電気炉スラグの路盤材としての有効活用を図るべく、その開発概要を述べてきたが、判明したことをまとめると以下のとおりである。

- (1) 酸化スラグの膨脹比は極めて小さく、大気エージングでの経時変化もほとんどなく安定。
- (2) 還元スラグの膨脹比は非常に大きく、大気エージングでは長時間を要する。

従って、短期間に膨脹を安定させるエージング法として、蒸気エージング技術を開発した。

- (3) 製鋼スラグ路盤設計施工指針に従った80℃水浸膨脹試験法に比べ、当社で開発した蒸気膨脹試験法は、約1/10の期間で電気炉スラグの膨脹比を確認可能である。

## 参考文献

- 1) 桑山忠、本多淳裕、三瀬貞：電気炉スラグの吸水による膨脹特性 材料vol. 37 第422 P26~31 1988