

高速乾燥型RH炉浸漬管用熱間吹付材

Quick Drying Hot Gunning Repair Mix for RH Degasser Snorkel

難 波 誠^{*1}

Makoto NAMBA

佐々木 久 晴^{*2}

Hisaharu SASAKI

小松原 清 行^{*3}

Kiyoyuki KOMATSUBARA

Abstract

The gunning is the most popular hot repair method for the RH degasser snorkel. But, the gunned body easily peels off because of steam when dryness is slow during gunning. If the curing time after gunning is short, a gunned body with insufficient dryness is used, durability becomes poor because of explosions. In this report, quick drying hot gunning repair mix is introduced. An actual furnace test has already been started, and quick dryness and good durability of the new gunning mix has been confirmed.

1. はじめに

近年の粗鋼生産量の増加により、国内製鉄所はフル生産が続いている。また、鋼種の多様化および高品質化により、RH脱ガス炉（以下、RH炉）による処理量は増加傾向にあり、RH炉の役割はますます重要となっている。RH炉の稼働率を上げるためには、浸漬管の交換頻度および、使用中の補修時間や補修回数をできるだけ減らす必要があり、高接着性かつ高耐用性で施工効率の良い熱間補修材が求められている。浸漬管の熱間補修方法としては吹付け施工が最も一般的であるが、施工時に水抜けが遅いと、施工体にポッピング（水蒸気による表層剥離）が起こりやすい。また、養生時間が短く、施工体が十分に乾燥されない状態で使用される場合があり、耐用不良（小爆裂を伴う剥離）の要因になっている。本報告では、施工後の自然乾燥が非常に速い熱間補修用吹付材につ

1. Introduction

All steel plants in Japan are in full operation in order to satisfy the aggressive demand for steel recently. Steel production including the RH degassing process has been increasing due to the increase in high quality steel production and the refining process specialization trend. As a result, the role of the RH degasser has become more important. Therefore, the exchange frequency of RH degasser snorkel, repair time, and the number of times the snorkel is repaired need to be reduced in order to raise the operating ratio of RH degasser. Hot repair mix for the snorkel requires not only high durability but also high adhesiveness. Gunning is the most popular hot repair method for the RH degasser snorkel. But, the gunned body easily peels off because of steam when

*1 技術研究所 第2研究グループ チームリーダー Team Manager, Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

*2 技術研究所 第2研究グループ 主任研究員 Managing Research Engineer, Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

*3 技術研究所 第2研究グループ Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

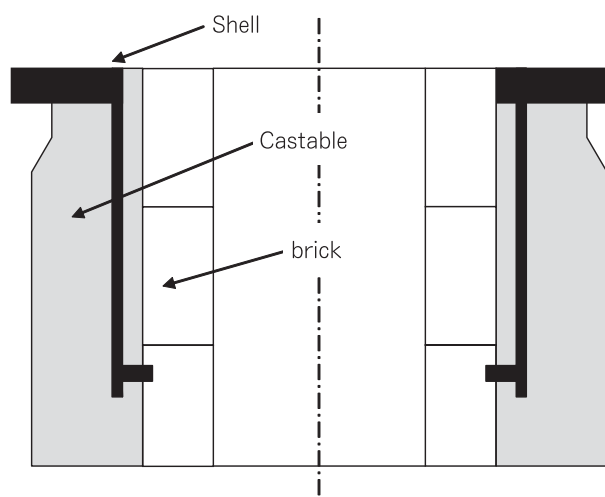


Fig. 1 An example of RH degasser snorkel lining.

いて報告する。

2. RH浸漬管の耐火物ライニング構造と損傷形態

Fig. 1 に一般的なRH浸漬管の耐火物ライニング構造を示す。溶鋼流による侵食が激しい内管部には、マグネシア・クロム質レンガが使用され、外周部はアルミナ系キャストブルがライニングされる。最近では、外周部へ耐食性に優れるアルミナ・マグネシア質キャストブル^{1,2)} が使用される場合が多い。Fig. 2 に浸漬管の代表的な損傷プロフィールを示す。内管部は溶鋼流動や不活性ガスのバブリングによる磨耗・溶損、スラグ浸潤による構造スポーリング、芯金変形による割れと地金の侵入、下端部の脱落等が挙げられる。外周キャストブル部は熱スポーリングやスラグ浸潤による構造スポーリング（亀裂の発生と剥離損傷）が主体となる。また、スラグラインに当る部位ではスラグによる溶損が発生する場合もある。

3. RH炉浸漬管の熱間補修方法

RH浸漬管の熱間補修方法としては、圧入補修³⁾と吹付け補修⁴⁾が一般的である。圧入補修は浸漬管内部のみならず還流管、槽底まで行われ、吹付け補修と比較して耐用性に優れ補修効果が高いが、補修に時間を要するため頻度は少ない。一方、吹付け補修は内管よりも下端部や外周部に使用されることが多く、比較的短時間で補修が可能

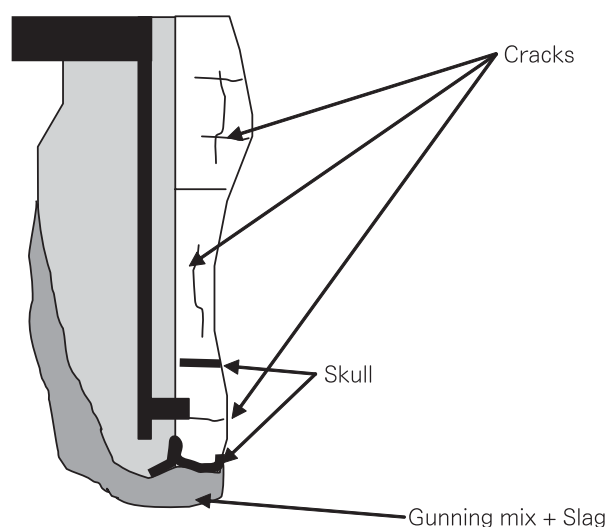


Fig. 2 Typical wear profiles of RH degasser snorkel lining.

dryness is slow during gunning. If the curing time after gunning is short, a gunned body with insufficient dryness is used, durability becomes poor because of explosions. In this report, quick drying hot gunning repair mix is introduced.

2. Refractory Lining and Typical Damage Profile of RH Degasser Snorkel.

An example of RH degasser snorkel lining is shown in Fig.1. The inside lining with good erosion resistance to molten steel flow is $\text{MgO-Cr}_2\text{O}_3$ brick, the outside lining is a high alumina castable. Recently, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ castable^{1,2)} with high erosion resistance is used in many cases. Typical wear profiles of RH degasser snorkels are shown in Fig.2. The following are the causes of damage to the inside lining of the snorkel. Abrasion and erosion by molten steel flow and gas bubble treatment, structural spalling with slag penetration, cracks caused by deformed shell, invading skull and falling off of lower end. The damages of the outside lining of the snorkel are mainly thermal spalling and structural spalling with slag penetration. Slag erosion to slag line occurs.

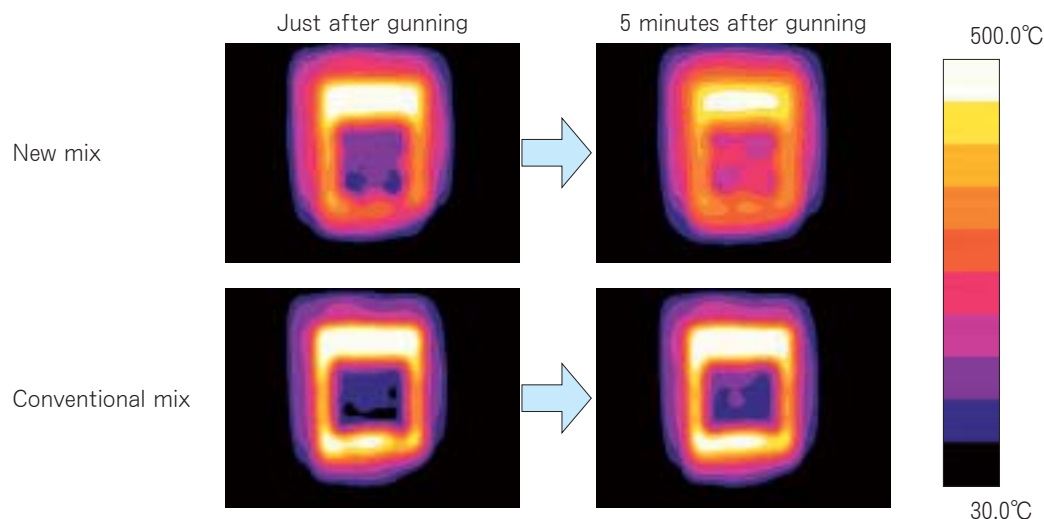


Fig. 3 The gunned body temperature distribution after gunning by thermography.

であるため頻繁に行われる。特に浸漬管の損傷が進む末期では毎ch補修する場合もある。浸漬管はRH処理終了後、直ちに吹付け補修され、十数分から数十分の養生後に再びRH処理のために溶鋼に浸漬される。吹付けは機械による自動吹付け、または手動で行われるが、吹付け時の浸漬管の温度は700～800℃であり、吹付けされた施工体の水抜けが遅いと、施工体にポッピングが起こりやすい。また、養生時間が短いため、施工体が十分に乾燥されない状態で使用される場合があり、耐用不良の要因になっている。

4. 高速乾燥型RH炉浸漬管用熱間吹付材の特徴

上述した問題点を克服するため、施工後の自然乾燥が非常に速い熱間補修用吹付材を開発した。材質は耐食性とコストパフォーマンスに優れたマグネシア質を選定した。Fig. 3に開発品と従来品を800℃に加熱されたキャストブルパネルに吹付けし、5分後の表面温度をサーモカメラにて測定した結果を示す。また、Fig. 4に吹付け施工後の表面状態の写真を示す。開発品は施工後の表面温度の上昇が早く、乾きも格段に早くなっていることが判る。このため、実際の浸漬管補修において以下の効果が期待できる。

- ①吹付け施工時の水抜け性が極めて早いため、ポッピングが発生しにくく、優れた接着性を有する。

3. Hot Repair Methods for RH Degasser Snorkel

In most cases, hot repair methods for RH degasser snorkels use a filling mix³⁾ and the gunning mix⁴⁾. The filling mix is used not only for the inside lining of snorkels but also for the lower vessel part with leg pipes. The durability of the filling mix is superior to the gunning mix. Repair by the gunning mix is performed frequently, because it takes a comparatively short time. In particular, intensely damaged snorkel in the last stage may be repaired after each degassing treatment. The snorkel is gunning repaired immediately after the degassing treatment, and it is again immersed in molten steel after curing (for about 10 minutes to 30 minutes). The gunning repair is performed by an automatic gunning machine, or manual operation. If the water evaporation from the gunned body is late, popping occurs to the gunned body surface easily because the temperature of the snorkel is 700 to 800 °C during gunning repair. In addition, since the curing time is short, a gunned body which is not completely dry may be immersed in molten steel causing poor durability.

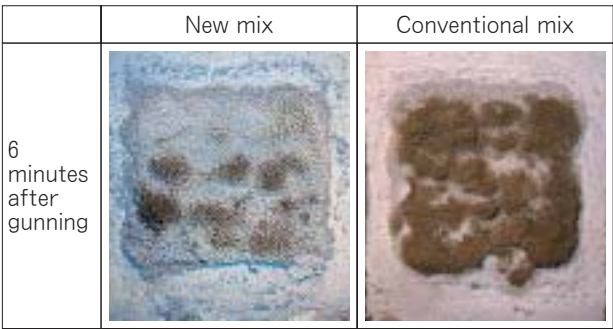


Fig. 4 Results of gunning tests (at 800°C).

Table 1 Characteristics of new gunning mix

Item \ Name		JTM-M-210
Chemical composition※ (mass%)	MgO	85
	SiO ₂	6
	CaO	4
Linear change (%)	105°C-24h	−0.05
	1000°C-3h	−0.03
	1500°C-3h	−0.18
Modulus of rupture (MPa)	105°C-24h	3.1
	1000°C-3h	2.5
	1500°C-3h	4.6
Apparent porosity (%)	105°C-24h	27.8
	1000°C-3h	30.3
	1500°C-3h	27.3

※Without special additive

- ②施工後，短時間で乾燥が終了するため，直ちに溶鋼浸漬が可能。
- ③強度発現が早いいため，短時間補修でも高耐用が期待できる。

5. まとめ

Table 1 に開発品の代表的な品質を示す。すでに実機テストも開始しており，乾燥の早さと良好な耐用性を確認している。今後，RH浸漬管のみならず，熱間吹付け補修の短時間化が要求される各種窯炉へ適用範囲を拡大していきたい。

4. The Characteristics of Quick Drying Hot Gunning Repair Mix for RH Degasser Snorkel

In order to be overcome the problems described above, a hot gunning repair mix which quickly dries after gunning was developed. MgO with high corrosion resistance and good cost performance was selected as the gunning mix base. The new mix and a conventional mix were gunned on a castable panel heated to 800°C. Fig.3 shows the gunned body temperature distribution 5 minutes after gunning by thermography. Fig.4 shows photographs of the gunned body surface after gunning. The rise in the gunned body temperature of the new mix was faster than the conventional mix, and new mix dryness was also very quick. Therefore, the following effects are expected in actual snorkel repair.

- ①The new gunning mix has excellent adhesiveness because the moisture escapes easily from that mix.
- ②The new gunning mix can be immediately immersed in molten steel after snorkel repair, because the time required for dryness is very short.
- ③The new gunning mix has high durability in spite of short repair time.

5. Conclusion

Table 1 shows the characteristics of the new gunning mix. An actual furnace test has already been started, and quick dryness and good durability of the new gunning mix has been confirmed. We want to expand the scope of the new gunning mixes not only to the RH degasser snorkel but also to the furnace which requires short time hot repair and others from now on.

References

1) A. Ishii, K. Goto ; Taikabutsu, **43** [11], 631 (1991)
2) K. Nishi, T. Obana, T. Fujii, I. Shimizu ; Taikabutsu, **51** [11], 611(1999)
3) E. Yorita, H. Sugimoto, H. Kiriyaama ; Taikabutsu, **38** [12], 46 (1986)
4) I. Oishi, T. Hanaoka, Y. Ariyoshi ; Taikabutsu, **39** [8], 30 (1987)