

小型クリーンショット装置

Mini-Clean Shot (CLS) Equipment

笹井 洋一^{*1}
Yoichi SASAI

奥原 潤一郎^{*2}
Junichiro OKUHARA

Abstract

Clean Shot (CLS) is widely used in mainly the iron and steel industry.

We have applied newly developed easily transportable Mini-Clean Shot (CLS) equipment to incinerator repair. Mini-CLS equipment can be set up next to the repair site. However, traditional CLS equipment can not be set up close to the repair site due to the large size of the equipment. Therefore, the material loss in the hose, installation work and manufacturing costs are reduced by Mini-CLS equipment.

1. はじめに

当社では、鉄鋼関係を中心とした各種窯炉用に湿式吹付工法「クリーンショット (CLS)」による建設施工及び補修施工を行っている。

本クリーンショット工法は、混練したキャストブルをポンプを用いて圧送し、ノズル先端にて圧搾空気とバインダーを添加して吹付ける工法であり、その用途も多岐に渡っている。

本工法は用途先、現場条件、品質及び1回当たりの補修量により作業形態も変化し、圧送特性の良い材料も開発されていることから各種形態の装置が使用されるようになった。

2. 用途先における材料及び施工装置

当社の各用途先の材料及び使用されている装置をTable 1 及びFig. 1 ～Fig. 4 に示す。

2. 1 高炉シャフト部

高炉シャフト部は、鉄鉱石やコークスにより、炉壁耐火物が耗損する為、3 ～ 6 ヶ月毎に吹付け補修を行い、炉壁の保護を行っている。

吹付け装置への要求として、限られた休風時間内で大

1. Introduction

Clean Shot (CLS) is widely used in mainly the iron and steel industry.

CLS materials are fully mixed with a fixed water content by mixer, transported by pump, mixed with a coagulator at the nozzle and gunned by compressed air.

CLS working configuration changes with layout, characteristics and amount of material. CLS materials with good pumping performance have been developed so various type of installation equipment can be used.

2. CLS Material and Installation Equipment for Various Furnaces

Table 1 and Figs.1 to 4 show the CLS materials and installation equipment for various furnaces.

2. 1 Blast furnace shaft

Because the refractory lining of the shaft is damaged by iron ore and coke movement, gunning repair is necessary for furnace wall protection every

^{*1} 技術研究所 第2研究グループ 第3研究チームリーダー Installation Equipment Team Manager, Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

^{*2} 技術研究所 第2研究グループ 第3研究チーム Installation Equipment Team, Unshaped Refractories R&D Group, Research Center

Table 1 Specifications of CLS installation equipment

Item	Fig.1	Fig.2	Fig.3	Fig.4
Size (mm)	3350L×2100W×4200H	1800L×1650W×1970H	4000L×2000W×3300H	6450L×1900W×2600H
Weight (t)	7	1.6	4.5	6.7
Feeding ability (t/h)	12	3	6	3
Max. outlet pressure (MPa)	10.36	1.5	10.36	10.36
Mixer capacity (kg/batch)	1000	50kg/min	500	250
Main application/Brand name	BF shaft/CLS-A64 Ladle /CLS-A91 T/D /CLS-A71	BF trough/CLS-S713 CLS-A635	Ladle, Upper RH /CLS-A91	Incinerator/CLS-N52 CLS-X41



Fig. 1 High capacity CLS installation equipment.



Fig. 3 Middle capacity CLS installation equipment.



Fig. 2 Low capacity CLS installation equipment.



Fig. 4 Mobile type CLS installation equipment.

量施工を行う必要があり¹⁾, 10~12トン/hの施工速度でFig. 1 に示す装置を使用して補修工事を行っている。

2. 2 高炉樋

大型高炉における樋の冷間補修用として $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ 質クリーンショット材が使用されている²⁾。

本吹付け材料は混練性能、圧送性に優れ、小型連続混練機での混練、汎用ポンプでの圧送も可能である。施工は場所的な制約からFig. 2 のような小型装置を使用し、施工速度も3~6トン/h程度となる。

2. 3 溶銑鍋, 混銑車

溶銑予備処理容器の内張り煉瓦の冷間補修として, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ 質または $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 質のクリーンショット材が使用される²⁾。

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ 質は圧送性に優れるため、汎用ポンプを使用したクリーンショット装置が使用される。

2. 4 溶鋼取鍋, RH上部槽

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 質のクリーンショット材を内張りキャスタブル継ぎ足し補修用として適用し、寿命延長を図っている³⁾。緻密質キャスタブルと同等の品質を得るため、低水分混練においても圧送可能とする調整が行われているが、材料の持つ特性を崩さないため、圧送手法は高圧圧送可能な高圧ポンプが使用される (Fig. 3)。

2. 5 一般窯炉の内張り及び断熱用

アルミナ、シリカを主体とした混練、圧送性に優れた材料が供給されている。

一般的に汎用ポンプでの圧送も可能となっている。

製銑、製鋼用補修のような定期的な補修ではなく、工事場所としても狭いことから、コンパクトな装置により施工する必要がある。

装置はFig. 4 に示すような移動が簡単な車載式が使用されている。

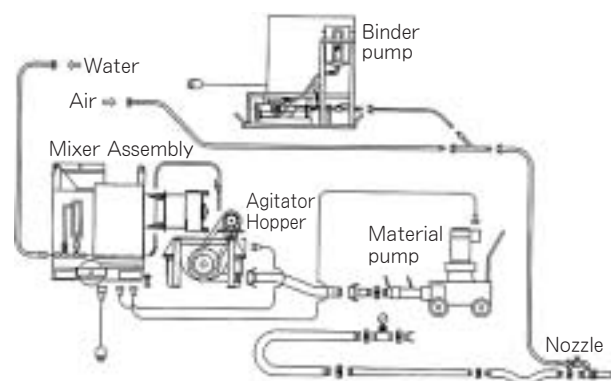


Fig. 5 Outline of Mini-CLS system.

3 to 6 months.

Because it is necessary to install a large amount of CLS material in a limited time when repairing the BF shaft¹⁾, the high capacity CLS installation equipment, 10 to 12 t/h, shown in Fig.1 is used.

2. 2 Blast furnace trough

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ CLS materials are being used for the cold repair of the blast furnace trough²⁾. These materials have good mixing and pumping qualities, and can be mixed by a small continuous mixer and pumped. On installation, because the equipment is restricted by installation location, small equipment is used (see Fig.2), which has a gunning capacity of 3 to 6 t/h.

2. 3 Iron ladle / Torpedo car

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ and $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ CLS materials show used for the cold repair of worn iron pre-treatment vessel bricks²⁾.

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ CLS materials show good pumping performance. We use CLS equipment with a regular material pump.

2. 4 Steel ladle and upper RH

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ CLS materials are used for repair of the inner lining, and have been contributing to prolonged ladle and RH life³⁾. In order to obtain a gunned body with a strength equal to castable, this material is mixed with low water addition.

Therefore, a high pressure material pump is used (see Fig.3).

2. 5 Inner lining and heat-insulating of general furnaces

CLS materials with good mixing and pumping performance, such as Al_2O_3 and SiO_2 types, are used.

Generally, these materials can be pumped with a regular pump.

This type installation is not periodic repair of iron and steel furnaces, and the installation place is very narrow. For these reasons, it is necessary to use compact equipment.

The easily transportable equipment shown in Fig.4 is used.

3. Mini-CLS Installation Equipment

Fig.5 shows an outline of the Mini-CLS system. Mini-CLS installation equipment is a combination

3. 小型CLS装置

小型クリーンショット装置の構成をFig. 5 に示す。装置は材料、施工量、施工速度、現場の制約により、ミキサー、ポンプ形態、ノズル形状を組み合わせ、施工性向上を図っている。

装置を小型化することによるメリットは以下のことが言える。

- ・サイズ重量を低減させることにより可搬性能が向上でき、重機が使用できない場所でも配置が可能となる。
- ・吹付け部位に近い位置での混練を行うことにより、混練量の調整及び施工後の残量ロスを低下させ、少量吹付けする場合でもロス比率が低い。
- ・ホース内圧損抵抗が少なくなり、詰まり等のリスク回避につながる。
- ・比較的低コストで製作可能であり、装置減価償却費が低減でき、施工コスト低減に寄与可能。

であることから、今までコスト面で適用に不利であった少量吹付け補修でもクリーンショット施工を可能にすることができる。

3. 1 小型CLS装置の条件

本装置は焼却炉補修用に開発したものであり、焼却炉を吹付け補修するためには以下のような条件が必要である。

小規模補修するケースが多く、大型装置では混練が吹付け部位に近づけないため、ホース延長工事等の事前、事後の工事費が必要である上、ホース内残等のロス比率が多く、余分なコスト比率が高くついており、混練装置を吹付け部位に出来る限り近づけ余分なコスト削減をする必要がある。

焼却炉の場合、炉本体は基本的に2階以上の場所に設置されており、機材を炉体に近づけるためにマシーンハッチ（1m角の開口）と呼ばれるフロア開口部よりホイストで吊り上げ、手押しにより搬送する必要がある。

3. 2 装置主仕様

装置の外観をFig. 6 に、主仕様をTable 2 に示す。吹付け材料は材料ホッパーより自動的に連続混練機へ供給され、連続混練機により混練され、アジテータホッパーに一時貯留される。貯留された材料は汎用ポンプにより圧送され、ノズルにてバインダーを添加し、圧搾空気により吹付けを行うものである。

連続混練ミキサーは現場の制約からコンパクト設計としており、混練時間も約30秒と短い。

短時間で混練を完了させるため混練羽根枚数を増加し、しかも交換も簡単に行える工夫をした。添加水は流量計

of a mixer, pump and gunning nozzle, because installation amount, speed and actual layouts are restricted.

Mini-CLS equipment has the following characteristics.

- ・ Reduction of equipment weight allows easy transportation. Therefore the equipment can be set up without a high capacity setting device.
- ・ Since mixing is carried out near the site of gunning repair, the ratio of material loss is little for small gunning repairs.
- ・ Reduction of resistance on inside of hose eliminates blockage in hose.
- ・ Low Mini-CLS equipment manufacturing cost.

3. 1 Important points of Mini-CLS equipment

Mini-CLS equipment was developed for gunning repair of incinerators. The gunning repair conditions in an incinerators are summarized as follows.

We often do small-scale-installation repairs, but large size equipment can't be transported close to the repair site. The construction cost before-after installation such as setting of material hose and pipe are necessary. The ratio of material loss is large, including materials remaining in the hose. So, extra costs are greatly added. In order to reduce these costs, it is necessary to construct a mixer as close to the gunning site as possible.

In the case of an incinerator, the furnace itself is generally located on the 2nd floor or higher. In order to transport the equipment close to the furnace, it must be lifted by a hoist from a "Machine-hatch" (size 1m×1m).

3. 2 Specifications of Mini-CLS equipment

Fig.6 shows the appearance of Mini-CLS equipment. The main specifications of CLS equipment are shown in Table 2. Gunning materials are continuously fed by screw feeder. Then, mixed by continuous -mixer. The agitator hopper is used to store the fully mixed material containing the required amount of water. The pump is used to feed the mixed material, and the hardening agent is mixed at the nozzle with compressed air for gunning.

The continuous mixer is of a compact design, and allows a short mixing time of about 30 seconds.

It has enough blades to mix in a short time, and



Fig. 6 Appearance of Mini-CLS installation equipment.

を見ながら調整可能としている。

アジテータホッパーの軸シールは当社独自のシール構造としており、簡易的な構造であるが漏れ発生までの寿命は、通常のグランドパッキン方式に対し非常に長い。

材料の汎用ポンプ吐出量はインバータにより調整する方式としており、材料混練速度、吹付速度要求に応じ、簡単に調整できるようにした。

4. 使用状況

焼却炉で一般的に使用される当社クリーンショット材 CLS-N52（粘度質）及びCLS-X41（超断熱タイプ）について混練圧送テストを行った。

両材料とも混練圧送性が良好であり、解膠時間を必要とせず、圧送性の良い材料の吹付けには問題なく使用できることが確認できた。

また、現地使用においてもポンプ設置場所に対し、揚程10mの位置でも問題なく施工できることが確認された。但し、解膠時間を必要とし、また、圧送しにくい材料としてCLS-A91（高アルミナ質）のテスト混練を行ってみたが、混練は出来ているものの、フロー値が高く、汎用ポンプでは送れない状況となった。

本装置では解膠時間を必要とせず、圧送性の良い材料の吹付けには問題なく使用できるが、取扱い材料によっては限界があり、用途先により推奨の可否を検討する必要がある。

5. 今後の課題と方針

上記のごとくコンパクトなクリーンショット装置が開発でき、汎用クリーンショット材料の吹付けが簡単に行

Table 2 Specifications of Mini-CLS installation equipment

Item	Specification
Size (mm)	
Mixer	1200L×700W×1000H
Agitator	900L×650W×620H
Material Pump	870L×620W×720H
Binder Pump	1000L×910W×910H
Weight (kg)	700
Feeding ability (t/h)	2
Max. outlet pressure (MPa)	1.5
Mixer capacity (kg/min)	30
Application	multipurpose

the blades can be changed easily. Adjustment of water volume can be controlled by a flow meter.

The shaft sealing structure of the agitator hopper is SHINAGAWA's original design. The structure is simple, and lifetime until leakage outbreak is much longer than the commonly used gland-packing structure.

The amount of pumped material can be easily adjusted by inverter control.

4. Actual Use

We carried out mixing and feeding tests of two commercial CLS materials, CLS-N52 (clay type) and CLS-X41 (ultra heat-insulating type), in incinerators.

These material showed good characteristics for mixing and feeding, and they needed no time to peptize. The gunning of the easily-pumped material was no problem.

On the other hand, vertical feeding of 10-meters is possible. We carried out mixing tests of CLS-A91 (High-Alumina type) which needed time to peptize because it is a hard-pumping material. Mixing went well, but feeding by regular pump was poor because the flow-index is high.

Mini-CLS equipment can be used for material which has good pumping qualities and needs no time to peptize. Usable materials are limited. Application of CLS materials using the Mini-CLS equipment should be further analyzed.

5. Problem and Development Concept

We developed Mini-CLS installation equipment,

えるようになった。

しかし、実際の現場では施工後の片付けにおいて装置の水洗いが困難な場所も多く、一旦屋外に搬出した後で水洗いするケースがある。このため今後の課題として装置をいかに簡単に洗浄するか、洗浄水量をいかに減少させるかを検討する必要がある。この問題は小型クリーンショット装置に限らず、他の湿式装置にも共通したテーマでもある。

また、小型装置で吹付け可能な材料の種類を開発改良することによって、更に多くの用途に使用できるよう改善を進めていく必要がある。

6. まとめ

上記装置を開発したことにより、今までコスト面から見送られてきた少量補修においても、緻密高強度である湿式吹付補修が行えるようになった。しかし、施工後片付けの問題等まだ改善すべき点も残されており、今後もあり現場ニーズに対応できる装置となるよう検討を重ねて行く所存である。

to allow easy gunning installation of regular CLS materials.

There are many repair sites at which wet-cleaning is difficult. So, equipment must sometimes be transported outside before cleaning is possible. Two things should be studied in the future. A simple method for wet-cleaning and a way to reduce the amount of cleaning water.

More materials which are suitable for gunning repair using small equipment need to be developed in order to increase application possibilities.

6. Conclusion

Since Mini-CLS equipment was developed, CLS installation for small gunning repairs of incinerators has been possible. However, there are problems such cleaning after gunning installation. We are going to further develop installation equipment to satisfy user needs.

References

- 1) Y.Kubota, M.Kitamura, J.Okuhara ; Shinagawa technical report, **47**, 105-114 (2004)
- 2) Y.Hamazaki, T.Kaneshige, S.Nagai, H.Sumimura, M.Namba ; Shinagawa Technical Report, **41**, 7-14 (1998)
- 3) R.Nakamura, T.Kaneshige, H.Sasaki; Shinagawa Technical Report, **44**, 39-46 (2001)