

現場技術
改善事例

各種溶解炉補修用パッチング耐火物の
施工性評価方法の改善



日本ルツボ(株) 豊田工場

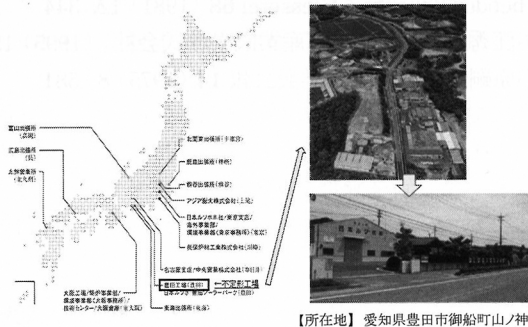
サークル名：D-Five's

堀 高志, 鈴木 裕之, 辻本 知史
安井 康祐, 井上 舜貴, 榎田 祐希
清水 英之

1 会社紹介

《従業員数》単体157名 連結200名

創業1885年



【所在地】愛知県豊田市御船町山ノ神56

2 主な製品

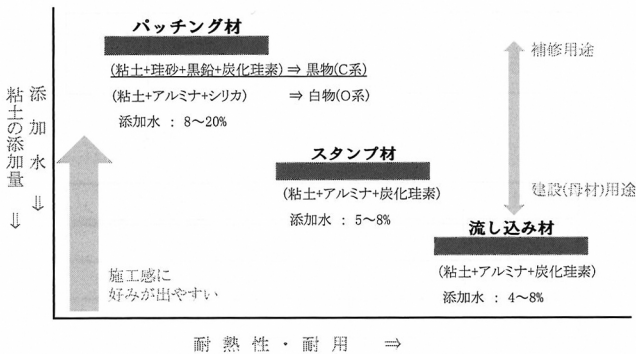
不定形耐火物の主な種類

分類	種類	特徴	現状の施工性評価方法			
			WI	WI	頻度	75-積
キャストブル材	一般	粉末状で、水などで湿練し使用する流し込み施工用耐火物				○
	低セメント	粉末状で、水などで湿練し使用する流し込み施工用低セメント耐火物				○
	コテ塗り	キャストブル耐火物の一種で、コテ塗り用耐火物			○	○
プラスチック材	プラスチック	練り土状で、可塑性がある打ち込み用耐火物	○	○		
	パッチング	プラスチック耐火物より軟らかい練り土状の耐火物		○	○	
ラミング材	乾式ラミング	水を使わず、粉体のまま振動して成型する耐火物				その他方法
	湿式ラミング	プラスチック耐火物に類似した、やや硬い練り土状の耐火物				
吹付け材	吹付け	吹付け機で吹付ける耐火物				その他方法
	コーティング	炉壁表面を薄く被覆する耐火物				
モルタル材		耐火レンガの目地用耐火物				○

日本ルツボ株式会社は、明治18年(1885年)の創業以来、鑄造業・鉄鋼業に欠かせない、「ルツボ」をはじめ金属溶解のための製品を中心に供給し続けています。また豊田工場は、各種不定形耐火物を中心に製造しております。

不定形耐火物の種類としては、施工性の違い、施工方法の違いにより大きく分かれている。また耐火物の結合剤の違いにより更に細分化される。今回の改善検討は、施工特性範囲(硬い～軟らかい範囲)の広いパッチング材について、より施工者の触感の評価に近づけた施工性の評価方法の改善を行う。

3 粘土を使用した製品



不定形耐火物の開発変遷としてより高耐用化に向けて、粘土の低減、添加水の低減が開発骨子の重要な要素となっている。粘土を活用しているパッチング材についても、その施工性の容易さから需要は引き続きあり、お客様の施工性の好みによる硬さ調整が重要な製品特性となる。

4 パッチング材の特長と要求性能

【特長】

- ① 施工機器が不要
- ② 施工が容易
- ③ 簡易(部分)補修が可能
- ④ 乾燥が比較的容易

【求められる性能】

- ① 施工が容易なこと ※ 誰でも簡単に作業できること
- ② 亀裂・剥がれがないこと
- ③ 設備の使用延長が可能なこと

パッチング材は、より簡単に、より手軽に活用できる不定形耐火物としての要求特性がある。

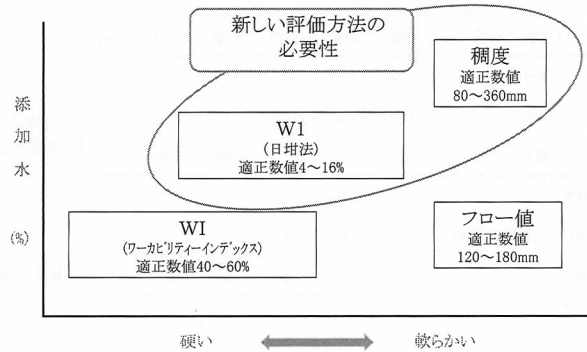
5 テーマ取り組みへのいきさつ

お客様の感じる施工感覚を数値化
 ※ 触感については理解できるが、どう触感を共有できるか？
 ⇒ より使い易い製品の開発

品質管理方法の改善
 ※ 触感については理解できるが、製品としてどう再現し続けられるか？
 ⇒ 安定した製品の製造

手軽に活用できるパッチング材であるため、施工はほとんどの場合、人の手によって実施する。よって施工感については、個人の好みが出やすくその触感を数値化することが、より使い易いまた安定した製品の管理に必要となる。

6 現状の施工性の評価方法

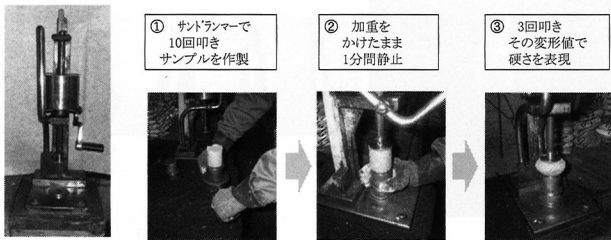


パッチング材の施工性評価方法としてW1・稠度と製品の特性、硬さによって測定方法を変更している。従って各評価方法の結果について整合性が困難であった。よってW1・稠度のいずれかの方法でしか評価できなかった製品について統一した測定方法が必要である。

7 現状の施工性の評価方法-1

WI(ワーカビリティインデックス)【JIS R2574】
 適正数値40~60%

<サントランマー>

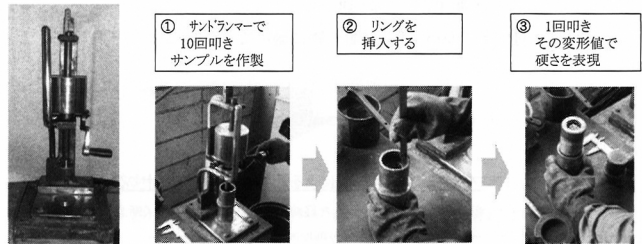


パッチング材としては、硬い性質をもった不定形耐火物の測定方法であり、施工方法としてはランマー施工を想定した製品用である。

8 現状の施工性の評価方法-2

W1 (日増法) ※オリジナル方法
 適正数値4~16%

<サントランマー>

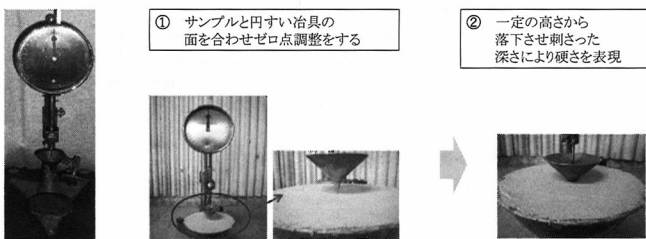


JIS規格では適切な測定方法がなく、弊社オリジナルの測定方法である。施工方法としては人の手による施工を想定した製品用である。

9 現状の施工性の評価方法-3

稠度【JIS R2506】
 適正数値80~360mm

<稠度計>



非常に柔らかいペースト状の不定形耐火物の測定方法であり、施工方法としてはコテ塗り施工を想定した製品用である。

10 現状の施工性の評価方法-4

フロー値【JIS R2521】
 適正数値 120~180mm

<フローテーブル>



一般流し込み耐火物の測定方法であり、施工方法としてはバイブレーター施工を想定した製品用である。

11 現状の測定方法による実測値

供試サンプル名	G硬	G軟	ST硬	ST軟	HA1	HA2
水分値(%)	13.4	14.4	12.7	13.1	15.7	18.5
W1(%)	10.8	18.7	11.3	14.1	7.9	10.3
稠度(mm)	20	95	110	140	70	80
触感	1	4	5	6	2	3
W1 (数字小が硬い)	3	6	4	5	1	2
稠度	1	4	5	6	2	3

現在の
評価方法

触感と一致

パッチング材の従来の測定方法の結果を示す。

13 新規測定方法の検討

新規測定方法の必要条件

- ① 市販測定器の活用
- ② 測定者によるばらつきを排除
- ③ より簡単に・より速く
- ④ 全てのパッチング耐火物に適応できるように



プッシュプルゲージによる測定について検討する

※ 過去にもチャレンジした経緯はあるが再現性に乏しく断念...
機器の仕様向上により再検討を実施する

特殊性を最大限排除することを念頭に置き、測定器の選定、測定方法の簡略化を検討した。

12 現状の測定方法の問題点

- ① W1測定方法では、同一シリーズによる触感との整合性はあるがシリーズ間の評価では整合性がない
- ② 稠度については、触感との整合性は統一してあるが、ばらつきの問題が潜在的にある

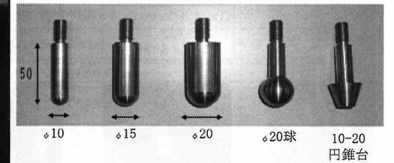
※ 粗粒骨材を使用した場合は、測定ばらつきが大きい
また、測定者のスキルによつてのばらつきも発生している

同製品の硬い・軟らかい評価はできるが、それぞれの製品シリーズ(G・ST・HA間)の触感と必ずしも測定値が一致しておらず、お客様のニーズの触感を数値化することが課題と考える。また稠度については測定者のスキルによる、ばらつき問題も潜在的にある。

14 プッシュプルゲージによる測定検討結果

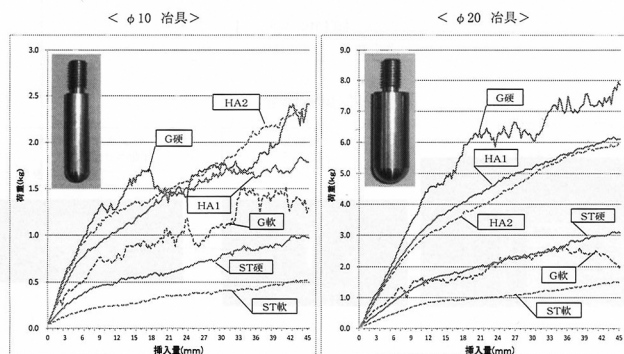


< 検討した先端治具 >



測定器と検討した先端治具を示す。先端治具については試行錯誤のうえ標準的なものを選定した。

15 測定結果-1



治具径が大きいものの方が、荷重値のぶれが少なく推移している。製品内の骨材の影響を受けにくいものと推察する。

16 測定結果-1のまとめ

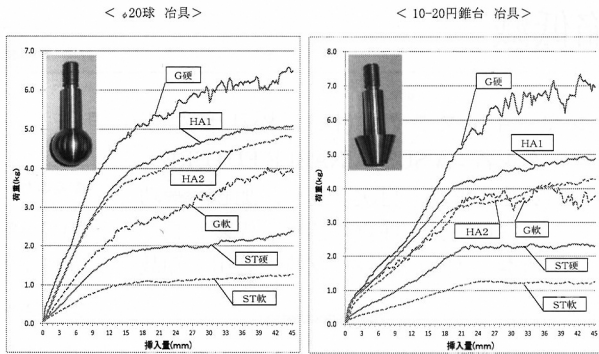
供試サンプル名	G硬	G軟	ST硬	ST軟	HA1	HA2
製品の最大粒径	5mm	5mm	3mm	3mm	3mm	3mm
触感	1	4	5	6	2	3
φ10 (数字小が硬い)	1	4	5	6	3	2
φ15	1	4	5	6	3	2
φ20	1	5	4	6	2	3

触感と一致

- ① φ10・φ15・φ20いずれの治具でも触感とギャップがある
- ② 治具の負荷が掛り続けるため、どのタイミングの測定値を採用するかによりばらつき要因となる可能性がある
- ③ 測定値の振れに、最大粒径の影響が考えられる

丸型棒治具については、いずれの形状でも触感とのギャップがあり測定治具としては不適である。よつて治具形状の更なる改善が必要となる。

17 測定結果-2



球型治具については、荷重値のぶれが少なく良好に推移している。また円錐台治具については、治具の突起部を超えて挿入すると荷重負荷が一定になる傾向が伺える。

18 測定結果-2のまとめ

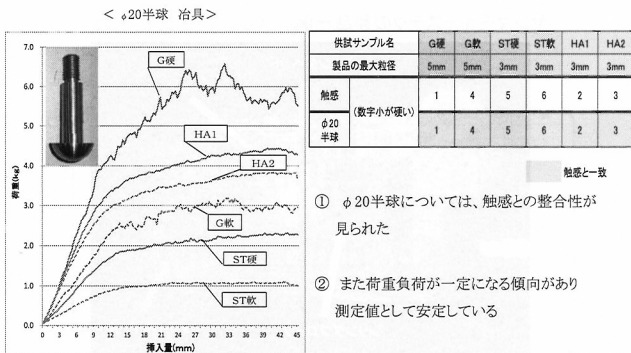
供試サンプル名		G硬	G軟	ST硬	ST軟	HA1	HA2
製品の最大粒径		5mm	5mm	3mm	3mm	3mm	3mm
触感		1	4	5	6	2	3
φ20球	(数字小が硬い)	1	4	5	6	2	3
10-20円錐台		1	3	5	6	2	3

触感と一致

- ① φ20球については、触感との整合性が見られた
ただし治具の負荷が掛り続ける傾向があるため、どのタイミングの測定値を採用するかが不明瞭である
- ② 10-20円錐台については、触感とのギャップが若干見られたが、荷重負荷が一定になる傾向があり測定値として安定している

球型治具については、触感との整合性が確認できた。ただし荷重が掛り続けるためまだ改善が必要である。円錐台治具では、荷重負荷が一定になる傾向から、両者の特長を取り入れた半球型の治具を製作し検討を実施した。

19 測定結果-3の結果とまとめ



触感と一致

- ① φ20半球については、触感との整合性が見られた
- ② また荷重負荷が一定になる傾向があり測定値として安定している

半球型治具については、触感との整合性があり荷重負荷も比較的一定になることから、測定治具として採用できるものと判断する。

20 まとめと今後の活動

- ① プッシュブルゲージにより、パッチング耐火物の施工感を定量的に表現することが可能である
- ② 測定方法も容易であり、測定方法に特殊性はない
- ③ 今後は各製品について測定データを蓄積し、正式な評価方法として確立を図っていく
- ④ 先端の治具については、形状・大きさ等について更に一考し、より精度の高い測定方法の確立に取り組みを継続する

新規測定方法として、データを蓄積すると共に更なる治具の検討も実施する。触感と測定値を各種製品で検証し、お客様のニーズの再現と品質管理方法として確立させる。