

現場技術報告

コークス炉作業機械の無人化

The Unmanned System of Operating Machines in Coke Oven in Plants

関西熱化学(株)加古川工場 小柳寛太郎・松田和清

1. 緒言

コークス炉作業機械の無人化は、「コークス製造コストの低減」および「魅力ある近代的コークス工場の構築」を主眼に、加古川工場において、第1次の「無人化技術の確立」と第2次の「No.1～4炉無人化の完成」の計画を推進している。加古川工場コークス炉のレイアウトをFig.1に示す。

現在、No.1,2 炉を対象としてガイド車(2台)、装入車(1台)の第1次工事を完成し、94年1月にガイド車運転4名の省力化を行った。また、No.3,4 炉を含めた全炉を対象とした第2次工事は、97年4月完成を目標に推進中である。

今回、これら無人化計画の概要と第1次工事完了後における無人化運転状況について報告する。

2. 無人化計画

2.1 目標とする無人化計画

無人化計画の概要をTable 1に示す。

No.1～4炉(248門)で300本/日の窯出しを2チーム×3交替で行うものとし、運転要員は3名/チームを目標としている。すなわち、

- (1) 押出機は、有人(1名)とし、作業状態監視および炉内監視業務を行う。
- (2) フリーマン2名を配置し、機械点検、小トラブル処置および付帯作業を行う。

本計画に於ける無人化前後運転要員は、5.5名/チーム×4直×2チームから3名/チーム×4直×2チームとなり、20名の要員削減が可能となる。なお、無人化前のガイド車側(Coke Side,C/S)作業者は、No.1～4炉の2チームで1名/直を配置している。

2.2 無人化へのステップ

No.1～4炉の無人化へのステップは、第1次：No.1,2炉と第2次：No.3,4炉に分けて実施する。

2.3 操業上の必要条件

- (1) 生産能力および最高稼働率維持のため平均窯出サイクルは、8.0分/回以下であること。
- (2) 無人化率は、作業負荷増回避のため98%以上であること。
- (3) 走行速度は従来ベースとし、目標停止精度は各機械オペレータのゲージ合わせ精度とした。詳細をTable 2に示す。

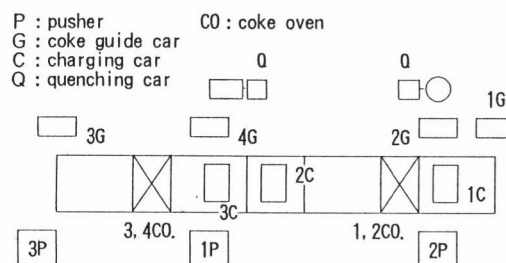


Fig.1. Layout of operating machines.

Table 1. The first and second steps of unmanned system for No.1～4 coke ovens.

	first step	second step
	establishment of unmanned technology	completion of unmanned system for No.1～4 coke ovens
applied coke oven	No.1,2 coke ovens	No.1～4 coke ovens
applied machine	• No.1,2 pushers • No.1,2 coke guide cars • No.1 charging car	• No.1,3 pushers • No.3,4 coke guide cars • No.2,3 charging cars
reduction in operators	①No.1,2 coke guide cars:-4 persons	②No.3,4 coke guide cars:-4 persons
	③No.1～3 charging cars:-8 persons ④coke side operator in No.1～4 coke ovens :-4 person	

Table 2. Travel speed and target accuracy of stop position.

	pusher	coke guide car	charging car
travel speed[m/min]	80	60	100
target accuracy of stop position [mm]	manual	±10	±20

3. 自動運転制御

3.1 自動運転システムの概要

自動運転システムの内容をTable 3およびFig 2, 3に示す。

- (1) システム構成にあたっては、低コストで且つメンテナンスが容易に行えることを考慮し、高性能汎用シーケンサー主体に、これを構成した。
- (2) 地上設備は、窯出スケジュール装置・誘導無線地上局・信号分配盤を設置し、各作業機械の運転に必要な窯番・作業内容等のデータを作成・伝送する機能、更には、CDQ・上昇管・集塵機等各設備との信号授受機能を持たせている。
- (3) 窯出スケジュール装置には、工業用パソコンLM-7500を採用した。現在は、炉作業の状況把握および対応の早さから炉側制御室に設置しているが、第2次工事完成時は中央制御室からNo.1~4炉への伝送を考えている。
- (4) 車上設備としては、誘導無線車上局・走行速度制御装置(1次電圧制御)・各工程制御用プログラブルコントローラー(PC)を搭載した。なお、走行速度制御に1次電圧制御を採用した。理由は、走行速度制御装置が故障した場合でも2次抵抗器の使用で有人で運転継続が可能な点にある。

3.2 自動運転フロー

自動運転フローをFig.4に示すが、

- (1) 窯出スケジュール装置 (LM-7500)に入力された各勤の窯出スケジュールは、信号伝送装置を経由して各車上へ転送されるが、押出機については、窯出、均し、小蓋クリーナ毎に窯番を受信する。
- (2) 押出機、ガイド車および装入車は、誘導無線(IR)ケーブルにより位置検出し、窯合わせ走行および窯芯合わせを行う。押出機の最終窯芯合わせは、オペレータによる手動インチングで行う。
- (3) 各機械の工程は、押出機操作盤上に設置した表示モニターの「現在窯番」「工程」表示と自動放送により確認する。また、故障発生時もこのモニターに表示される。
- (4) 押出機の操作盤上のガイド車および装入車「蓋取り」操作スイッチ(PB.) をオペレータが操作して行う。その後の工程は、各機械が独自に各工程を確認しながら進行する。
- (5) 電車、ガイド車および押出機の現在窯番を照合し、オペレータのラム起動操作により押出を開始する。

Table 3. Comparison of automatic operation before and after application of unmanned system.

machine	content	before unmanned system	after unmanned system
pusher	signal transmission	double-cable type induction radio	without alternation
	travel stop method	traveling with a controller	①automatic travel by a touch roller ②oven registering by the manual inching
	driving control	interlock in a car: manned	without alternation
coke guide car	signal transmission	double-cable type induction radio	induction radio cable
	travel stop method	・ traveling with a controller ・ automatic travel by a touch roller	orientation stop by the induction radio cable
	driving control	interlock in a car: manned	①command to start the door lifting from the pusher ②interlock on the ground ③retry system
charging car	signal transmission	double-cable type induction radio	induction radio cable
	travel stop method	①Automatic travel by a touch roller ②oven registering by the manual inching	orientation stop by the induction radio cable
	driving control	interlock in a car: manned	①command to start the door lifting from the pusher ②interlock on the ground ③charging monitor system

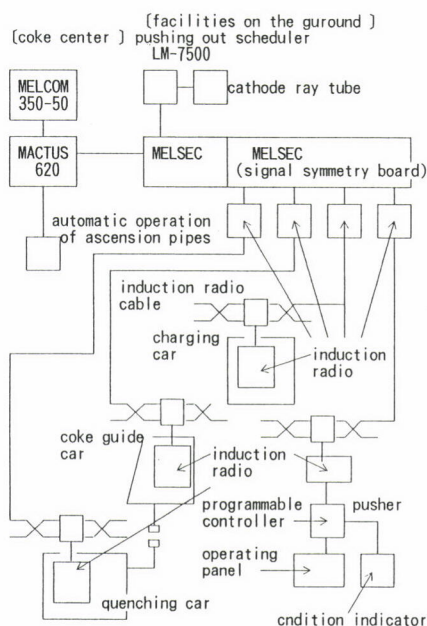


Fig.2. Outline of signal transmission system.

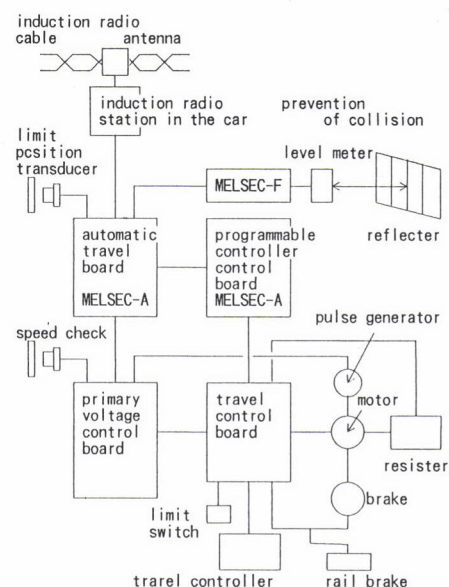


Fig.3. Automatic travel system of coke guide car.

(6) アンラッチングレバー（門レバー）動作確認リミットスイッチ(LS.) と門入確認検出（門自体の入動作を検出）LS.の動作により蓋装着完了としている。

3.3 安全对策

今回は、既にガイド車および装入車の自動走行を実施しており、従来実施していた項目の強化を計り安全性の向上に努めた。その詳細をTable 4に示す。

4. 無人化運転状況

4.1 作業機械の停止精度

位置検出精度は、ガイド車の窯合せ：5mm幅、装入車窯合せ：10mm幅で設計した。現状の停止状況は、設計値を満足し、季節変動もなく稼動中である。また、ガイド車格子合せおよび装入車炭槽合せは共に15mm幅とした。

4.2 窯出サイクル

1ブロック（24本）の窯出サイクルをFig.5に示した。各機械が定位置からスタートして再び定位置に返って来るまでの平均窯出サイクルは、炉団替り回数により差が生じ、8分05秒から8分19秒／回である。

また、No.1とNo.2ガイド車の1回当りの窯出所要時間を比較

4.3 自動化率実績

Fig.6に無人化スタート時の自動化率推移を示す。ガイド車は94年1月無人化をスタートさせ、平均無人化率は、No.2ガイド車の向上により98%以上を維持している。また、No.1装入車自動化率は、スタート当初より98%が維持できた。95年以降の自動化率も大きな変動もなく、目標の98%以上を継続している。自動化率は、人の介入の有無により次式で算出した。

$$\text{自動化率} [\%] = \frac{(\text{窯出使用本数} - \text{一人の介入本数})}{(\text{窯出使用本数})} \times 100$$

4.4 無人化向上対策

現在まで実施した内容をTable 5に示す。

Table 4. Items of safe counterplan execution.

◆additional items for unmanned system this time

No.	item	content
1	prevention of unusual travel motion	①limitation of the travel area(H/W,S/W) ②duplex of the speed reduce check(S/W) ③establishment of a trolley in the coke oven battery • charging car • ◆coke guide car
2	collision prevention	①collision prevention devices • pusher • ◆coke guide car • ◆charging car ②travel alarm,flusher of the travel indicator ③◆detection of the contact ④removal striker of an emergency stop
3	keeping out of coke side service homeme	◆keeping out of the oven operated duringthe unmanned operation
4	emergency stop operation	①around machines(4points/P,C,G) ②pulling rope switch(C)
5	operation condition announcement	◆automatic announcement from outside speakers to the car
6	others	◆coke side service home, ITV monitors of the coke oven top

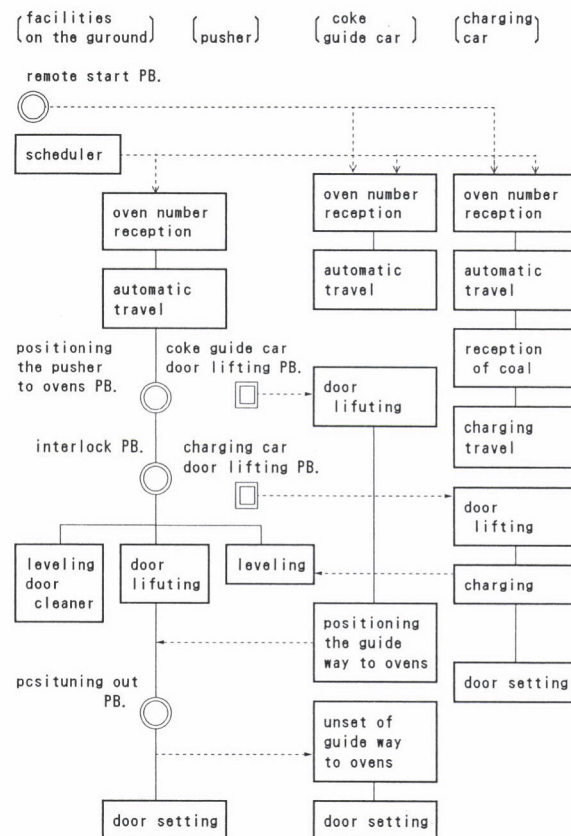


Fig.4. Automatic operation flow.

Table 5. Counterplan items for more improved system.

machine	item
pusher	①supplying of industrial water at pushing out time ②improving the opening and shutting mechanism of the door for leveling
guiding car	①extending the working extent of the door cleaner ②increasing the confirmation device of a lock pin ③changing into the no-contact switch ④automating the supply of industrial and service water ⑤changing into the electromagnetic brake
charging car	①installing a magnetic hammer to prevent coal from blocking in the lower hopper ②improving the confirmation device for the damping door ③adopting the door lifting machine(swing type)

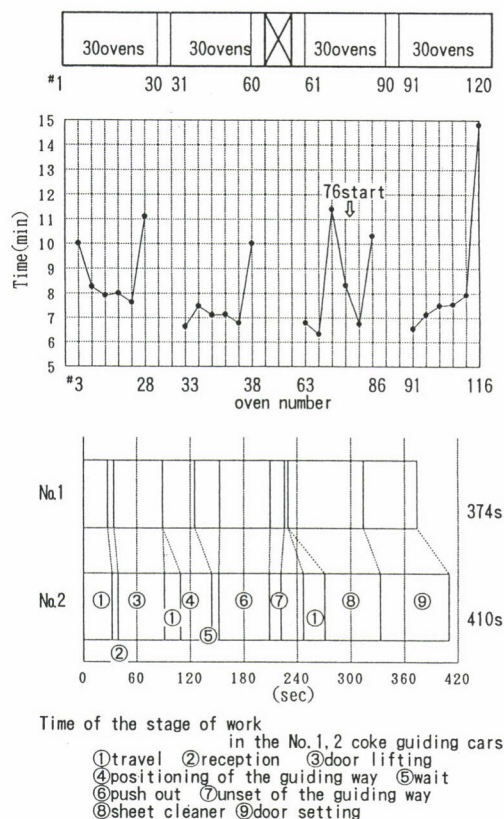


Fig.5. Pushing out cycle

5. 今後の改善実施事項

5.1 無人化支援メンテナンス体制

無人化率の維持、向上は、いかに日々発生するトラブルを再発させないか、であるとの考えからTable 6の体制でオペレータの教育を含め実施している。

5.2 無人化支援技術の開発

押出機オペレータの情報により、早期に対応することが可能であるが、万全ではなく今後は次の技術開発を進めて行きたい。

- (1) 各工程作動時間監視システム
- (2) トラブル情報および故障部位伝達システム
- (3) ラム倒れ等押出時および均し時状況情報

5.3 炉廻り附帯作業の改善

省力化を推進する上で炉廻り附帯作業の軽減が必要不可欠であり、No.1~4炉の無人化完成に合わせM/S (Machine Side)、C/S (Coke Side) のクリーナー関係を主体に次の改善を進める。

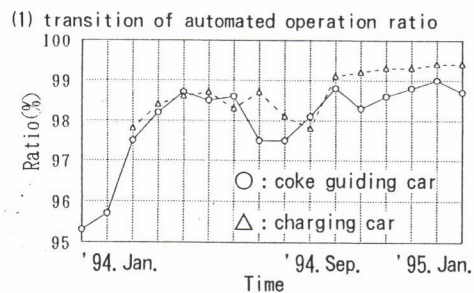
- (1) M/S, C/S タールパンクリーナー設置
- (2) M/S ソールプレートクリーナー設置
- (3) C/S サービスホームクリーナー設置

6. おわりに

今回のガイド車、装入車の無人化および押出機の自動走行化は、特別な技術・装置等は導入せず、当社が培ってきた自動化、無人化の技術を集結させての無人化第1次工事は、ほぼ目標どおりに完成した。

今後は、無人化率高位安定維持のため自動化機器以外のトラブル対策と高窯出本数確保のための更なる窯出サイクル短縮対策を検討、実施して行く必要がある。

これらの結果を無人化第2次計画に反映させると共に、メンテナンス体制の強化および教育の充実を図り、No.1~4炉の作業機械無人化を完成させたい。



(2) trouble occurrence parts in the No. 1, 2 coke guiding cars

①travel ②door lifting ③sheet cleaner
④door cleaner ⑤dispose of dropping coles
⑥tar ruck cleaner

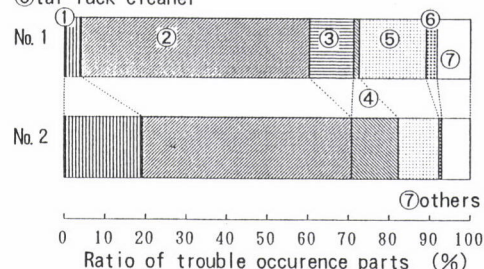


Fig.6. Automated operation ratio.

Table 6. Maintenance organization.

organization	frequency	member	content
meeting about unmanned operation	everyday	・ leader in charge of the construction work in coke section ・ leader in maintenance section	①trouble content report ②counterplan investigation and execution
facility inspection	everyday [30min.]	coke and maintenance section staff	
weekly construction and process conference	once a week	・ leader in charge of the construction work in coke section ・ maintenance section ・ subcontractors	adjustment of the next week construction