

# 鍛接管製造ラインにおける無酸化搬送技術

## Non-Oxidation Conveying Technology in Butt-Welding Mill Line

NKK京浜製鉄所 成田 斉・秋山俊一・小沢俊典\*  
黒沢利幸・渋谷 勉

### 1. 諸言

鉄鋼製造プロセスにおける熱間圧延部門では、加熱炉や圧延搬送中に生成するスケールにより製品歩留ロスを生じている。

当社は、これらのスケールロス低減を目的に無酸化加熱技術（NK-TLCバーナの適用）、及び無酸化搬送技術（ $N_2$  シールカバーの適用）を開発し、鍛接管工場加熱炉、及び搬送ラインにそれぞれ適用し大幅なスケールロス低減に寄与した。本報では、搬送ラインに適用した $N_2$  シール技術の開発経緯について報告する。

### 2. 製造ラインの概要

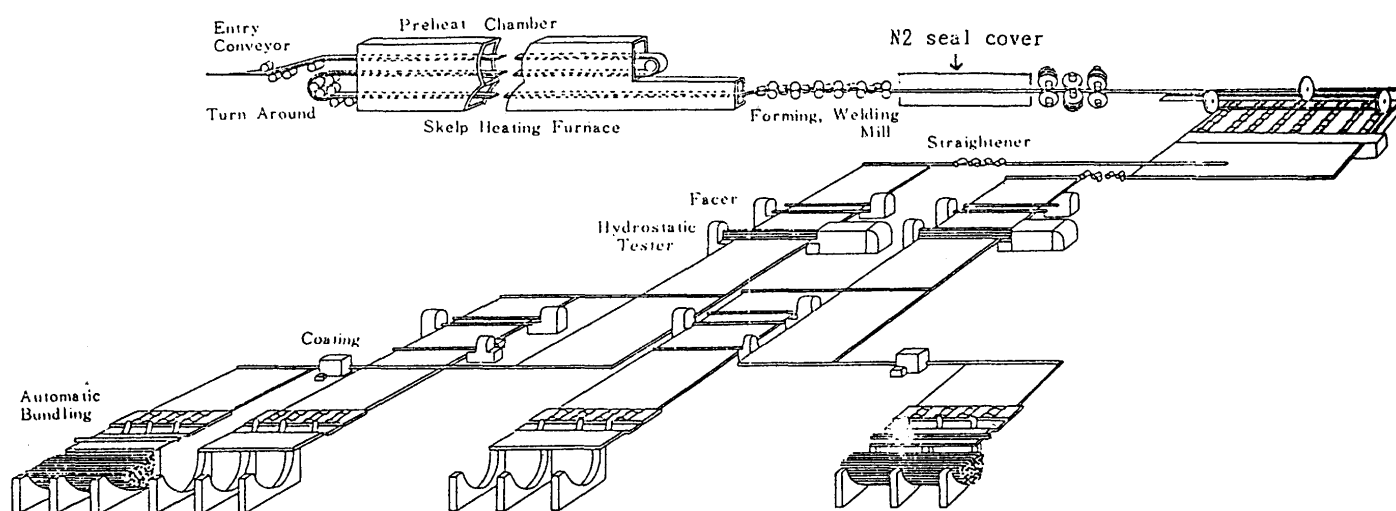


Fig.1 Layout of Butt-Welding Mill Line

### 3. 無酸化搬送技術の開発経緯

#### 3-1 $N_2$ シール技術の開発要素

造管後のパイプを $N_2$  雰囲気で充満されたカバー内を搬送させることにより大気と遮断し、搬送中に生成する2次スケールを抑制する。そこで、スケールの生成を抑制するために有効な $N_2$  シールカバー内の酸素濃度や、これを可能な限り少量の $N_2$  で達成するための最適カバー構造、及びカバーへの $N_2$  吹き込み方法について検討した。

#### 3-2 開発実験

無酸化搬送技術の開発に当たっては以下に示すように、ホットモデルテスト、コールドモデルテスト、実機テストを行い、最適なカバー内 $O_2$  濃度、カバー構造等を決定した。

## 3-2-1 ホットモデルテスト

## &lt;テスト方法&gt;

Fig. 2 に示すような小型燃焼実験炉を用い、テストパイプを加熱、抽出後  $O_2$  濃度を調整した  $N_2$  ボックス内で一定時間滞留させ、その後すぐに  $N_2$  冷却することで  $N_2$  ボックス内の  $O_2$  濃度別のスケール生成量を調査した。

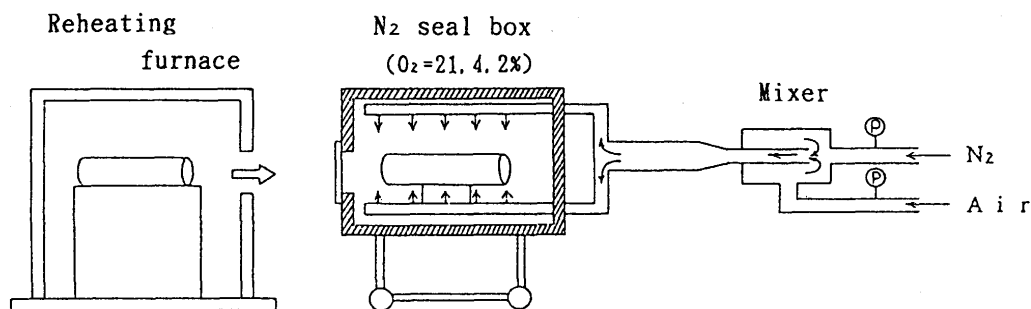
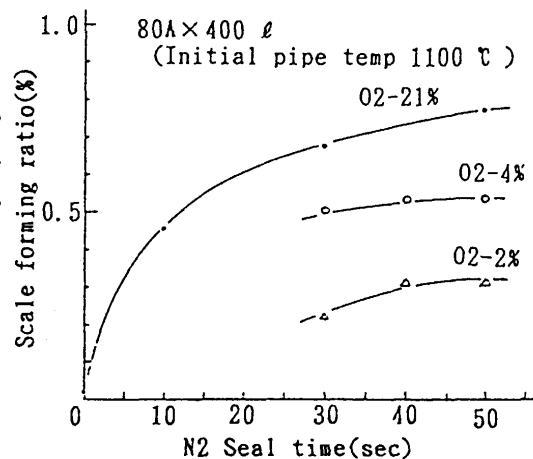


Fig. 2 Schematic of Hot model test

## &lt;テスト結果&gt;

Fig. 3 に  $O_2$  濃度とスケール生成率の関係を示す。図よりスケール生成率は、 $N_2$  シール初期に急増し、ある程度シール時間が長くなると頭打ち傾向となる。又、大気中相当の  $O_2 = 21\%$  ではスケール生成率は約 0.75% であり、 $O_2 = 4\%$  では 0.5%、さらに、 $O_2 = 2\%$  にすることで 0.3% と生成率を約 60% 低減することができる。

Fig. 3 Scale forming ratio and  $N_2$  seal time

## 3-2-2 コールドモデルテスト

## &lt;テスト方法&gt;

Fig. 4 に示すような長さ約 5 m の  $N_2$  シール装置を用いて、侵入空気の影響などを考慮して最適な  $N_2$  投入量、投入方法を検討した。

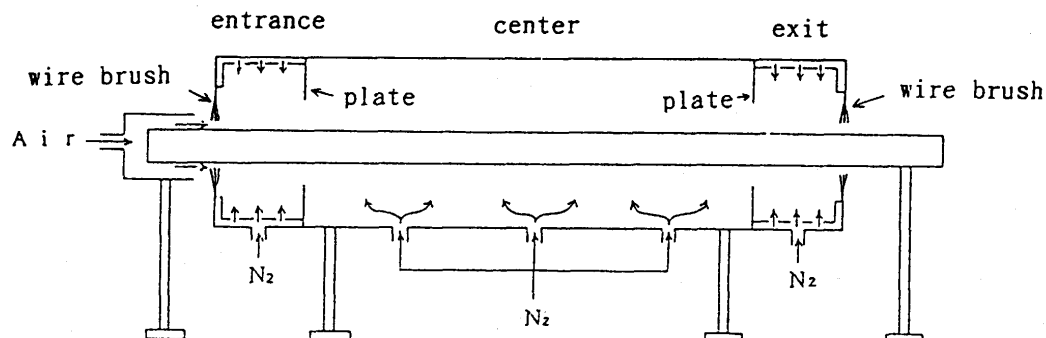


Fig. 4 Schematic of Cold model test

## &lt;テスト結果&gt;

侵入空気の影響を考慮するとカバー入出口部に集中して $N_2$ を投入することが効果的と思われる。Fig. 5 に入口部の隙間を10mmとし、カバー内の $O_2$ 濃度を2%にするための入口風速と入口部への $N_2$ 投入量の関係を示す。図より入口風速が増加すると侵入空気の影響が大きくなるため、 $N_2$ 投入量を増加しなければならないことがわかる。又、実機での搬送スピードと同程度の巻き込み空気流速を2m/sと仮定すると、入口部への $N_2$ 投入量は $40Nm^3/H$ 程度となる。

## 3-2-3 実機テスト

## &lt;テスト方法&gt;

Fig. 6 に示すような長さ約3mの $N_2$ シール装置を実機ラインに設置し、熱間における $N_2$ 投入量、および投入方法を調査した。

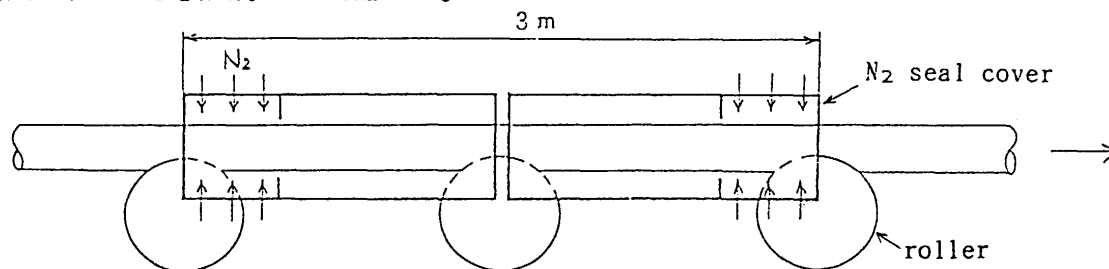
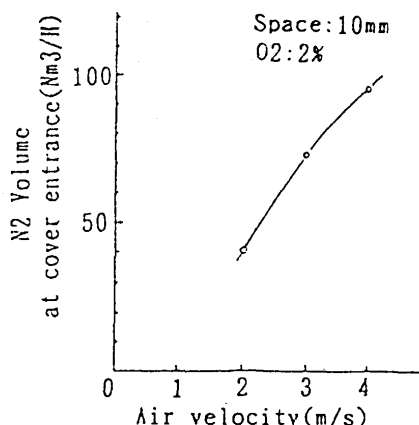
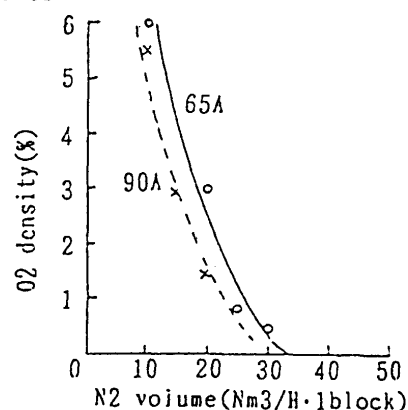


Fig. 6 Schematic of On Line Test cover

## &lt;テスト結果&gt;

Fig. 7 に実機テスト装置での1ブロック当たりの $N_2$ 投入量とカバー内 $O_2$ 濃度の関係を示す。ここで、1ブロックとはFig. 6 でのカバー2個相当のことをいう。図より90A 母管の方が65A 母管より $N_2$ 投入量は約 $5Nm^3/H$ 少なくてよいことがわかる。これは90A 母管の方がカバー内占有面積が大きいためと思われる。従って、最も細い65A 母管で $O_2$ 濃度を2%にするには、1ブロック当たり $25Nm^3/H$ 程度投入すれば良いことが分かる。

Fig. 5  $N_2$  Volume at cover entrance and air velocityFig. 7  $O_2$  density and  $N_2$  volume3-2-4 搬送ライントータルでの $N_2$ 投入量

実機化した場合に想定されるトータル投入量をTable. 1 に示す。

Table. 1  $N_2$  volume at on line equipment ( $Nm^3/H$ )

|              | Entrance | Center | Exit |
|--------------|----------|--------|------|
| $N_2$ volume | 40       | 250    | 40   |
| Total        | 330      |        |      |

### 3-3 実機化内容

#### (1) $N_2$ シールカバー設置

造管機からストレッチレヂューサー間の搬送ライン（トータル長さ約34m）に $N_2$ シールカバーを設置。Fig. 8に示すように、上部カバー、下部カバーから構成されており、上部カバーは7分割、熱変形防止のため内部水冷式としている。下部カバーは22分割、耐熱鋳鋼製で大気放冷式である。又、搬送用のテーブルローラーは22台あり、外部水冷による蒸気でのスケール生成を防止するため内部水冷式に改造した。

#### (2) 安全装置

カバー内に投入した $N_2$ の漏洩検知としてカバー近傍に $O_2$ モニターを設置。又、上部カバー開時に $N_2$ を強制的に拡散するようエアノズルヘッダーを設置した。

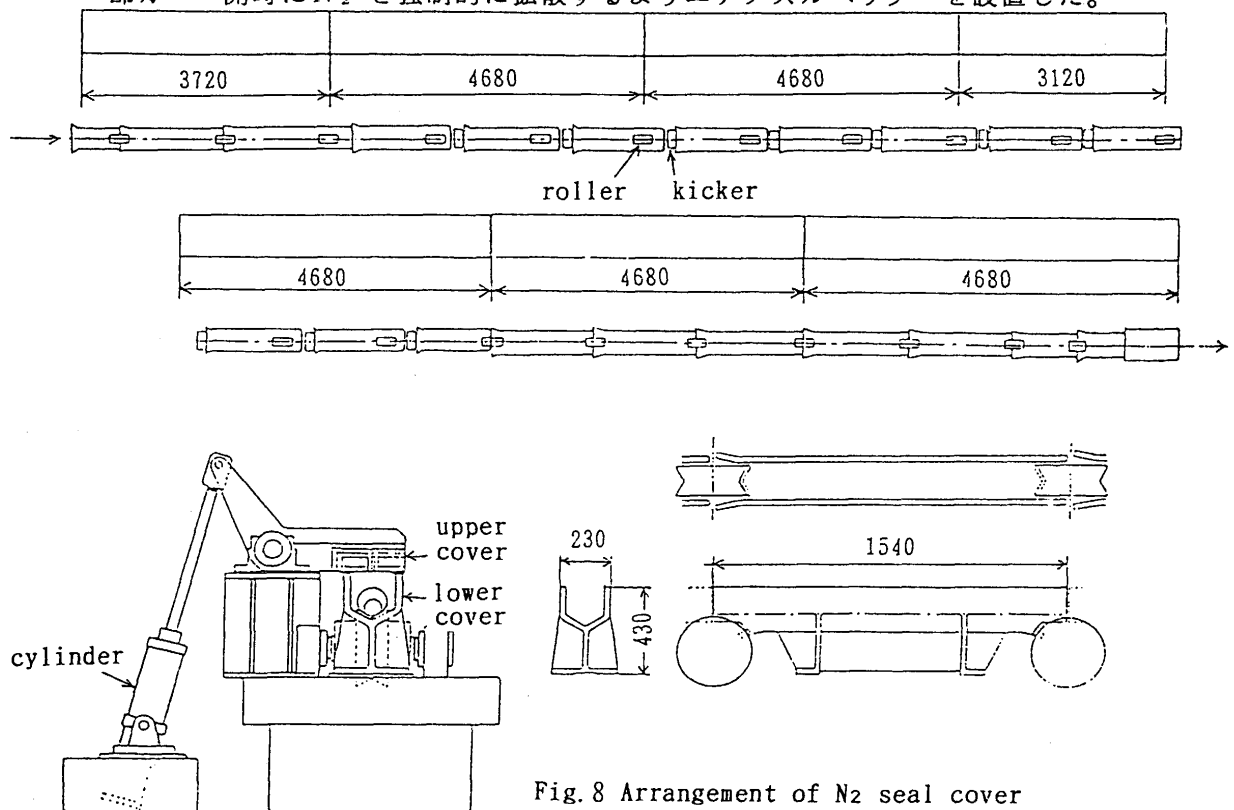


Fig. 8 Arrangement of  $N_2$  seal cover

### 3-4 2次スケール低減効果

搬送ラインに $N_2$ シールカバーを適用したことによる2次スケール低減効果をTable. 2に示す。

Table. 2 Effect of scale forming ratio in the air

| Before | After | Effect |
|--------|-------|--------|
| 0.6%   | 0.24% | 60%    |

### 4. 結言

鍛接管工場造管機からストレッチレヂューサーまでの搬送ラインに無酸化搬送技術を適用することで2次スケールの生成を抑制でき、無酸化加熱技術と合わせてライントータルでの大幅なスケールロス低減を達成、歩留向上に大きく貢献している。又、スケールの剥離性については従来並みであり順調に稼働中である。