

となり高温においては CaS が増加し、CaSO₄ が減少する傾向にある.)

以上鋼浴、スラッグ両方からの気化脱硫が起こり吹錬末期にはスラッグからの気化脱硫が非常に大きいものと考えられる。

5. 結 言

- (1) ダスト発生量は装入量の約 0.9% である。
- (2) ダスト発生は吹錬末期にかけて漸次減少する傾向にあるが、吹錬開始後 5 min 頃に最大のピークがある。
- (3) 今回の調査では気化脱硫量は全脱硫量の約 39% であり、その内 65% はダスト中に、35% は廃水中に入る。
- (4) 気化脱硫には吹錬初期から定常的に起こる比較的緩慢な鋼浴からの気化脱硫と吹錬末期に急激に起こる、特にスラッグからの気化脱硫の 2 種類の反応によつて構成されている。

文 献

- 1) Electric Furnace Steel Making
- 2) Hermann SCHENCK: Stahl u. Eisen, 82 (1962) 13, p. 1279
- 3) P. S. RUBINSK: Stahl in English, (1965) April, p. 270
- 4) Manfred WASHKLER: Stahl u. Eisen, 83(1964) 16, p. 63
- 5) 沢村 宏: 理論鉄冶金

669.184, 244.66 = 669.046.58
: 669.046.545.2

(57) LD 転炉吹錬初期の造滓および脱燐

八幡製鉄, 技術研究所

工博 渡辺 司郎・広瀬 豊

古屋 光雄・小久保一郎

〃 八幡製造所 若林 一男

中川 一・磯平一郎・椿原 治

Slag Formation and Dephosphorization Early Stage of LD-Steelmaking Process.

Yutaka HIROSE, Dr. Shirō WATANABE,
Mitsuo FURUYA, Ichirō KOKUBO,
Kazuo WAKABAYASHI, Hajime NAKAGAWA,
Heichirō Iso and Osamu TSUBAKIHARA.

1. 緒 言

LD 転炉製鋼法が導入されて約 10 年の歳月を経て、能率および適用鋼種の拡大等目覚しい発展が見られるが、製造鋼種の高級化、需要家からの成品材質要求の苛酷化に伴い脱 P は再検討されるべき問題である。脱 P については先にソフトブロー、ハードブロー、2-スラッグに明らかな差のあることが示されているり他、最近でもいくつかの報告^{2)・6)}がある。

脱 P 反応はスラッグ-溶鋼反応である。従つて脱 P を検討するためには、スラッグの検討を無視することはできない。また吹錬条件の影響などにおいても、常にスラ

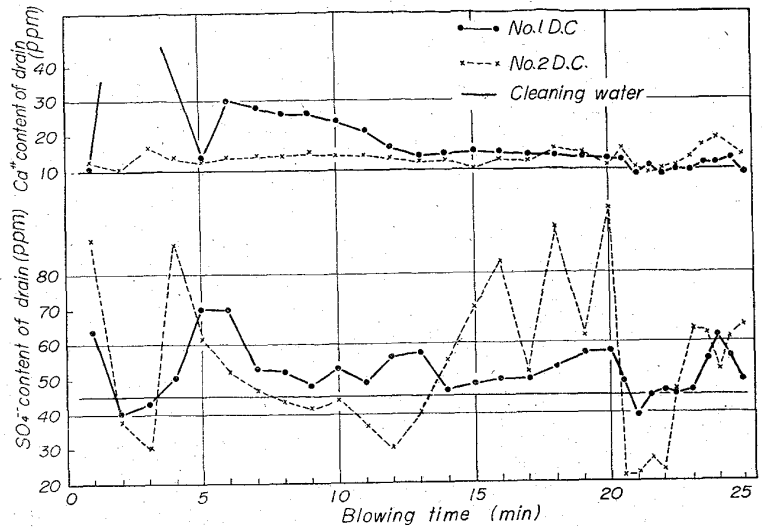


Fig. 4. Relation between SO₄²⁻, Ca²⁺ of drain and blowing time.

ッグとの関連で論議されるべきものであろう。転炉法は約 20 min で吹錬を終るので、この極く短時間のスラッグ生成および反応の進行状況が問題である。すなわち吹錬初期からのスラッグ生成の過程を調査することは脱 P の検討に不可欠と思われるが、上記諸文献においてはいずれも極低炭からキャッチカーボン(catch carbon)による高炭素域での吹止状態の検討に終わっている。

ここにおいて八幡製造所五製鋼 60 t 転炉において吹錬初期のスラッグ生成および脱 P について現場実験を行なった。

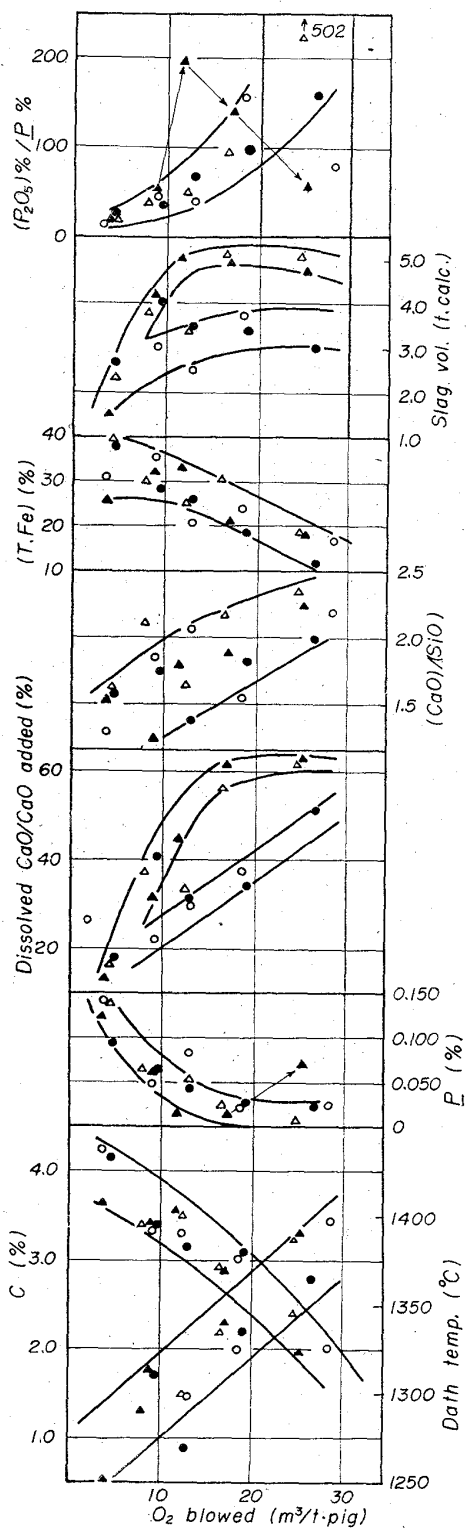
2. 実験条件および調査項目

実験方法としては、吹錬中断によつて炉を倒しスラッグ、溶鋼試料採取後あと吹錬を続ける方法によつた。ただし熱的要因その他の影響を可及的に避けるため、1 溶解中での中断は 1 回のみとし、中間試料採取後は当該鋼種の吹止め目標まで吹下げることにした。中間吹止めは送酸量 200, 500, 700, 1000 および 1500 m³ の時点とした。実験において変動させたその他の要因は、送酸速度、冷却剤前装入量であり、(Fig. 1 参照)他の条件は可及的に一定に保つた。

前述の吹錬中断時採取したスラッグ、溶鋼試料はそれぞれ化学分析した他、スラッグ試料は参考のために光学顕微鏡観察、E. P. M. A による分析および X 線による鉱物成分同定を行なった。

3. 実験結果の検討とその考察

吹錬初期における鋼浴成分およびスラッグ性状の推移は Fig. 1 に示すごとくである。鋼浴温度、C、P の推移はあるばらつきの中にあり、特に異常な点は見当たらないが、石灰滓化率およびスラッグ量に 2 つの群が見出される。銑鉄 t 当り送酸量に対して、石灰滓化率の上昇が早く、スラッグ量の多いものは銑石+ミルスケール投入量の多い群のものである。ただし、このスラッグ量は Si および Mn バランスから計算で求めたものであり、石灰滓化率はこのスラッグ量からさらに計算されたものである。また同時に(CaO/SiO₂)の推移も石灰滓化の早い群で、同じ銑鉄 t 当り送酸量に対し高目に推移しているこ



Note
 Notice

O ₂ gas flow rate Nm ³ /hr	scrap ratio %	millscale + Fe-ore t/ch
○ 6,000	21.6/23.3	3.0/3.2
● 10,000	20.8/23.2	2.0/3.2
△ 6,000	9.3/10.6	4.9/5.7
▲ 10,000	9.3/9.6	5.2/6.0

Operation data
 i) molten pig analysis
 C 4.10/4.50 Si 0.58/0.70 Mn 0.63/0.73 P 0.160/0.175
 ii) burnt lime 3.0~3.5t/ch
 iii) lining at 15~173th blow
 iv) molten pig temp.: 1285~1305°C

Fig. 1. Changes of metal bath and slag conditions in early stage of blowing.

とから上記スラッグ量の計算も誤差はあるとしても一応妥当な傾向を示していると思う。

調査した間のスラッグの変化としては極く初期に T. Fe は 30~40% と高いがその後吹酸が進むにつれて減少し, Si 吹き終了の前後に当る 25~30 Nm³/t-pig の酸素ガスを供給したところでは 10~20% になる。またこの傾向は吹酸速度および冷却剤の使い方によつて特に大きな差がない点は注目される。この T. Fe は末滓化の鉱石, スケールなどの混入によるスラッグ分析値の誤差もある恐れはあり, 吹酸量 5 Nm³/t-pig 以下の吹錬極く初期の点のばらつきはこれを示すものとも考えられる。しかし計算スラッグ量はこの時期には 3 t 以下であり,

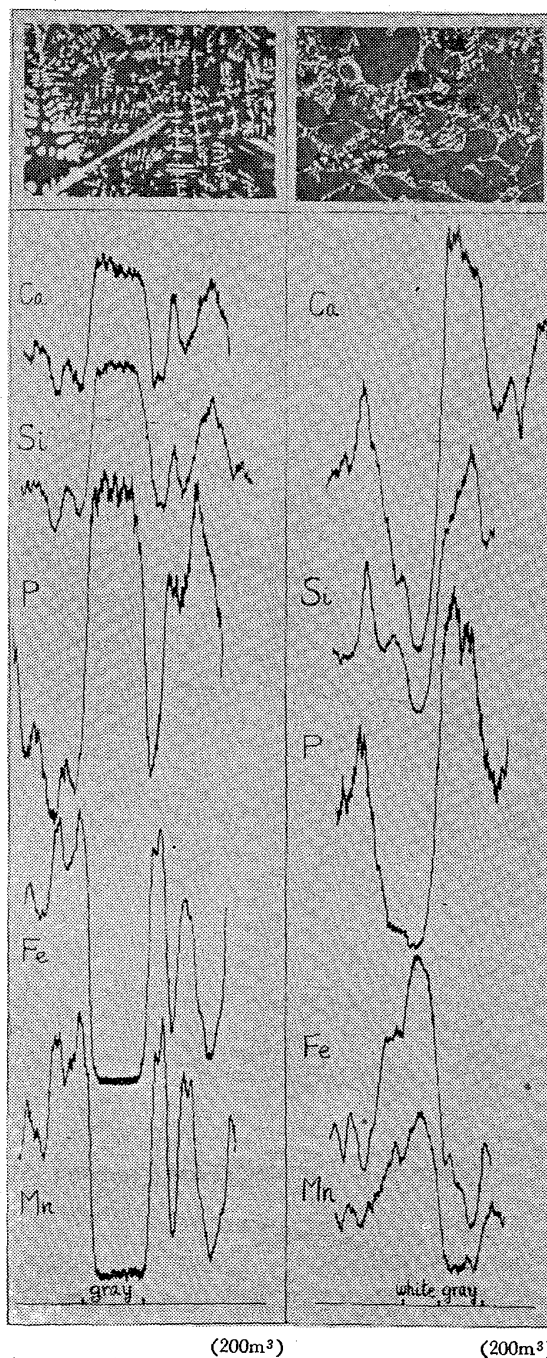


Fig. 2. Microscopic structure of slags and analysis of them by X-ray microanalyser.

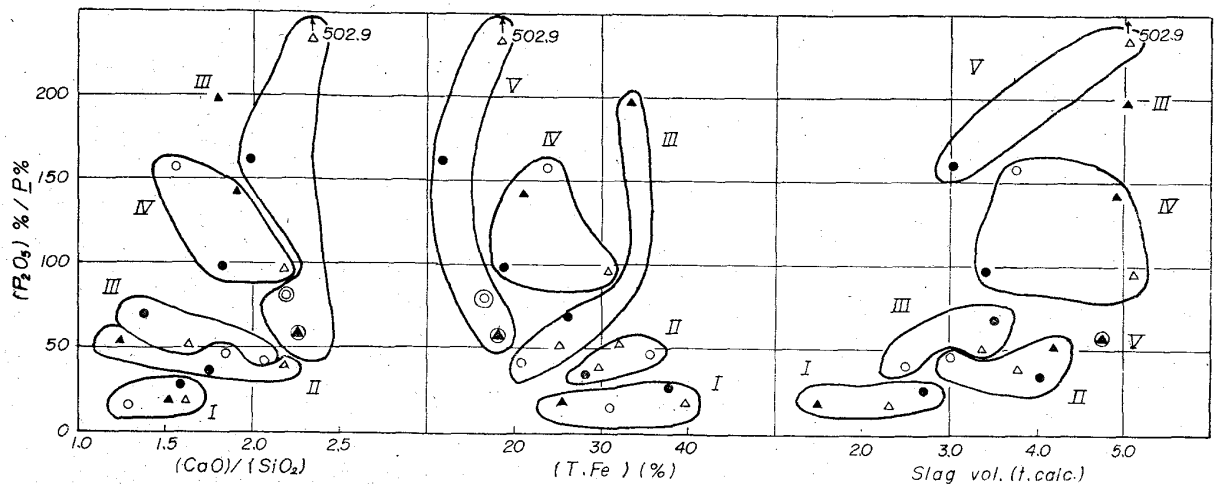


Fig. 3. Relations between $(P_2O_5)/P$ to slag conditions.

この値は鉍石+スケールの最低投入量にほぼ等しく、かつその値のばらつきも少なく、さらにこのスラッグ量から計算された石灰滓化率なども各吹錬条件の間のばらつきが少なく、スラッグの T. Fe の分析値のばらつきに関連が見出されないところから送酸開始後 1 min 45 sec ~ 2 min 30 sec のこの時期のスラッグの T. Fe 分析値も、滓化したもののみが示されていると考えてよいと思われる。

送酸の進行とともに T. Fe の減少が見られるのは酸素ジェットによつてスラッグが高炭、含 Si および Mn の鋼浴と反応してゆくためと考えられる。T. Fe の減少にもかかわらず計算されたスラッグ量が増加していることは石灰の滓化によるといえる。石灰滓化率およびスラッグ量が冷却剤の使い方によつて2つの群に分れ、鉍石およびスケール装入量の多い \triangle および \blacktriangle 印の群はスラッグ量の増加が速やかであり、かつ塩基度が高目に推移することは前述した。この意味で装入中の酸化鉄の石灰滓化作用というものが認められる。ただしこの実験の範囲で石灰の滓化率は最大約 60% であり CaO/SiO_2 でいえば最高 2.00 ~ 2.35 である。Si 吹き終了前後に相当する送酸量 25 ~ 30 $Nm^3/t.pig$ のところでは未滓化の石灰が残っているはずであり、さらに高塩基度が得られるはずであるのに滓化率としても頭打ちの形となつていのは、鋼浴、スラッグなどの温度がまだ 1380 ~ 1390°C と低く、高塩基度スラッグの融点に達しないためではないかと推定される。スラッグ中に T. Fe があり、また MnO があり、特に Fe は Fe_2O_3 であれば石灰の滓化を助けるはずであり、鋼浴 C はなお高いにもかかわらず T. Fe 15 ~ 20% のスラッグ分析値に対し、 Fe_2O_3 は 6 ~ 10% であるが、なお石灰滓化促進が見られないのは、この時期にはすでにその温度に対し石灰飽和のスラッグとなつているためではないかと考えられる。すなわち Fig. 1 よりみても鉍石、スケールの石灰滓化促進効果も吹錬のごく初期のみ見られると考えられる。

これらのスラッグの光学顕微鏡および E. P. M. A 調査結果は Fig. 2 のごとくである。その結果からみるとスラッグ組成はカルシュームシリケート、磷酸カルシュームおよび $FeO+MnO$ より成るごとくであり、鉄とカ

ルシュームの共存するカルシュームフェライト ($2CaO \cdot Fe_2O_3$, $CaO \cdot Fe_2O_3$) 相は認められない。また吹錬ごく初期のスラッグにおいても鉄またはマンガンシリケートを示す E. P. M. A 結果は見当らなかつた。しかし同じ試料について X 線回折を行なつたところでは非晶質のバックグラウンドが高く、その上に $2CaO \cdot SiO_2$, FeO , CaO , $2CaO \cdot Fe_2O_3$ および $FeO \cdot Fe_2O_3$ のピークが認められた。またこれらの光学顕微鏡写真は TRÖMEL 他⁷⁾ の平炉スラッグのそれに類似のものである。ただし TRÖMEL⁷⁾ の指摘した $3CaO \cdot SiO_2$ は今回の調査スラッグ中には見出されなかつたが、今回調査の範囲のスラッグは塩基度が低いことからむしろ当然と考えられる。

脱 P に対するスラッグ性状の影響については Fig. 3 に示す。図中の符号は Fig. 1 と同じである。塩基度、T. Fe、スラッグ量の値が大きいもの程、脱 P はよく進むことが指摘される。また図中 I ~ V の符号は吹錬中断の時期を示したもので、それぞれ送酸量 200, 500, 700, 1000 および 1500 m^3 の場合に相当する。その中で V に分類された送酸量 1500 m^3 の群で \odot および \ominus 印で示したものは、浴温 1390°C、かつ C が 2.04% および 1.75% であり、Si 吹き期を経過し C 吹き期に入つたため $(P_2O_5)/P$ では著しく低値を示したものと推察される。また逆に Si 吹き期の中であればその脱 P のためには副材料を含めた吹錬条件を考慮すべきことが指摘できよう。

4. 結 言

- 1) 前装入鉍石、スケールはごく初期の石灰滓化に有効である。
- 2) Si 吹き期のスラッグはその温度における石灰飽和限界にあると推定される。
- 3) Si 吹き期の脱 P はそのスラッグの組成および量に影響される。

文 献

- 1) 前原, 他: 鉄と鋼, 44 (1958), p. 1058, 製鉄研究 233 号 (1960), p. 3102
- 2) 前原, 他: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 673
- 3) 神谷, 他: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 400
- 4) 野中, 他: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1375

- 5) 藤井, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 409
- 6) パネル討論会報告“純酸素転炉による高炭素鋼の溶製について”, 鉄と鋼, 50 (1964), p. 216
- 7) G. TRÖMEL u. E. GÖRL: Stahl u. Eisen, 83 (1963), p. 1035
- 8) G. TRÖMEL, W. ULLRICH, J. WILLEMS u. W. RUDACK: Stahl u. Eisen, 83 (1963), p. 1226

669.184.244.66.013.5

(58) 室蘭製鉄所 50トン試験転炉の建設と操業

(富士製鉄における平炉工場の転炉工場化について—I)

富士製鉄, 本社 ○豊田 茂
 “ 室蘭製鉄所 中島 長久
 “ 釜石製鉄所 前田 正義
 平尾 英二

Construction and Operation of 50 t Test LD Converter in Muroran Works.

(Application of oxygen top blowing converters in existing open hearth mills by Fuji Iron & Steel Co., Ltd.—I)

Shigeru TOYOTA, Hitoshi NAKAJIMA, Masayoshi MAEDA and Eiji HIRAO.

1. 緒言

1949年6月25日オーストリーのリンツの製鋼工場で2t試験転炉による純酸素上吹法が試みられて以来, LD法は世界各国において技術的にも量的にもめざましい発展を続けている。特に日本においては主原料事情からLD法のメリットは予想以上のものがあり, 生産比率も1964年末には50%を超え従来わが国粗鋼生産の主流を占めてきた平炉法を急速に凌駕しつつある。

富士製鉄は1952年に室蘭製鉄所においてターボ・ハース法の研究を開始し, 1954年より3t試験転炉によるLD法の研究に着手, 1960年には広畑製鉄所に60t2基のLD工場を, 続いて1961年室蘭製鉄所に70t2基の同工場を建設し順調な操業を行なっている(1~4)。

これらの操業経験と急速なLD法の技術の進歩とから品質原価ともに平炉法に対しての優位性が確認され, 平炉工場を転炉工場化する問題がクローズアップされてきた。

この検討の第一段階として室蘭製鉄所の平炉工場内の1号平炉(200t傾注式)を解体し50t試験転炉を設置することに

した。これは一つには平炉工場を完全になくした場合でも生産上および出鋼種上の問題が生じないか否かを確認し, さらに改造費と作業費および操業能率の関係がどのようになるか, また一步進んで転炉工場新設の場合との比較が可能な実績値を得るためのものであり, 一先ず試験的に次に述べるような設備改造を行なつて, 1964年4月から操業を開始した。この結果既設の平炉工場諸設備をできるだけ利用して転炉工場化することが十分可能でありメリットも大きいと判断された。引き続き釜石製鉄所においても平炉工場を一部改造転炉工場化し, 60t2基の設備で1965年7月以降順調な作業を続けている。

ここに第一報として室蘭の50t試験転炉設置の経緯について報告する。

2. 50t試験転炉設置の目的

わが国においては, ここ当分の間原価的にも品質的にもLD法の有利性は崩れないと考えられ, 従来の平炉工場は遅かれ早かれLD工場に置換えられる運命にあるといえる。この前提に立つて既設の平炉工場をどう処置するかは製鋼部門の合理化の一環として重要な問題となる。単に新しく転炉工場を建設し, 平炉工場を廃棄するスクラップアンドビルド方式は最も簡単な方式であるが, このステップの前に次のような目的を設定して試験転炉を平炉工場内に建設することになった。

(1) 平炉工場既設々備を出来るだけ有効利用し, それによる工費の軽減と工期の短縮化を図る。

(2) 生産設備としても十分対応できる能力とし200t平炉1基減による生産減をカバーできるものとする。また現有平炉がすべて200t炉であり大型転炉も120t/chなため少量多品種の受注適応性が低いことも考慮して50t/chの炉能力を計画する。

(3) 今後のLD法の発達の大きな指標は合金鋼等従来平炉または電気炉で溶製されていた高級鋼種の製造であり, この試験転炉で上記の技術の研究開発を行なうことにする。勿論第一段階として平炉を全廃して転炉化することの可否を技術的に検討する。

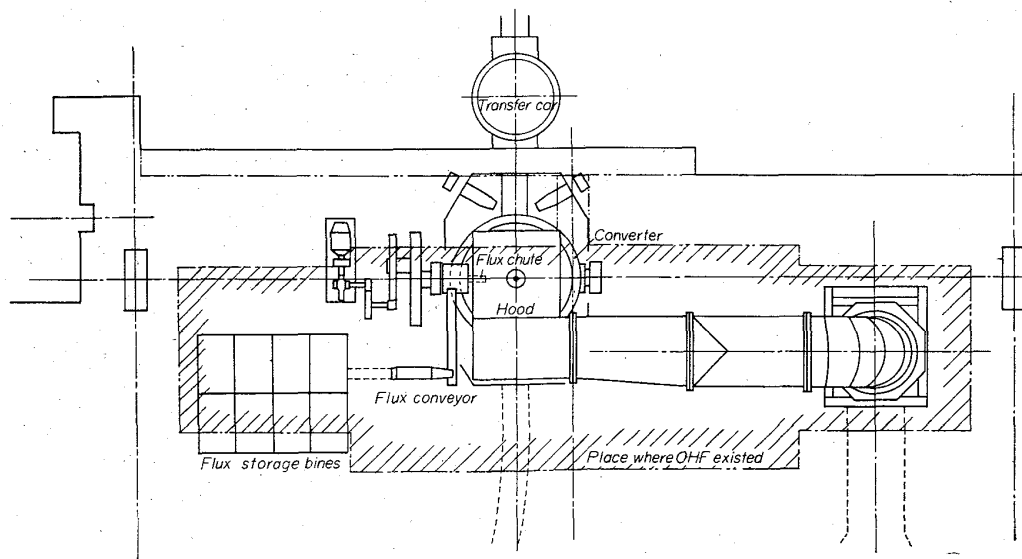


Fig. 1. Plan view of 50t test LD converter aisle.