

近代的操車場の誕生

—郡山操車場の新設工事報告—

横山 浩 雄*
菊地 宏**

1. はしがき

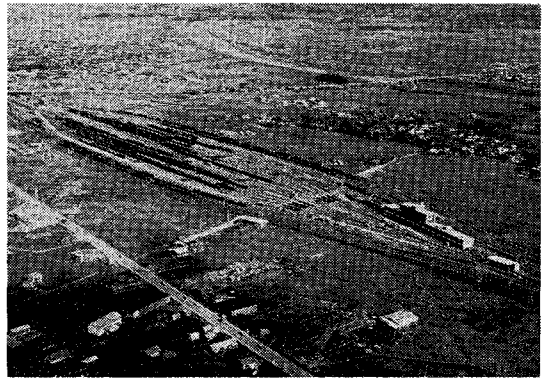
昭和43年9月15日、郡山に日本で初めての近代的操車場が誕生した。

操車場が鉄道貨物輸送における心臓部であることはいうまでもないが、近年における急激な輸送構造ならびに社会情勢の変化に対しては、在来の陳腐化した操車場設備では対応し得なくなってきており、これに対する抜本的改善策の実現がきわめて強く要望されていた。

すなわち、日本経済の高度成長ともなって国内の貨物輸送量も急激な増加を示しているが、この中において鉄道の貨物輸送量は昭和37年ごろから総体的にみて停滞状態である。鉄道貨物が低迷を続けてきたことにはいろいろな理由があるが、設備投資の不足から輸送設備の量的能力が限界にきていることは当然として、貨物の速達化および到着日時の明確化などの輸送の質的面上における社会の要請に対応し切れなかったことがその大きな理由と考えられ、貨車操車場の近代化は、この輸送の質的改善を行なう上においてもきわめて大きな意味を持っている。

また、要員面における合理化はすべての近代産業にとっての至上命令であるが、操車場の構内作業については、これがきわめて苛酷な労働条件下におかれた危険きわまりない作業であることから、社会情勢や労働力の需給関係の変化とも相まって、この部門の労働力確保はきわめて困難となってきており、人手の足りない作業形態が特に強く望まれている。鉄道輸送事業は、従来労働集約型産業の代表例であったのである。旅客面における新幹線方式、座席予約の電算化システムなどとともに、貨物面における操車場の近代化は、鉄道輸送が装置産業へ脱皮する可能性を示すものとして、さらには未来をひらく近代成長産業への発展の鍵を握るものとして大いに注

写真-1 郡山操車場全景



目されている。

これらの事情は欧米諸国においてもほぼ同様であり、すでにいくつかの国において近代化操車場が完成したりあるいは計画されている。しかし今回使用開始をみた郡山操車場については、貨車の連結速度の制約その他の日本特有の多くの難条件を克服し、また世界で初めて矢羽根型配線を採用し、さらに鉄道技術の総力を結集した成果として、操車場の構内作業に総合的な自動化システムを設備した点など幾多の特色を持っており、海外各国の水準を抜き最先端を行く近代的操車場として、広く世界の注目を浴びている。

パリに本部を持つ国際鉄道連合会（UIC=Union Internationale des Chemins de Fer）主催の第3回鉄道サイバネティックスシンポジウムが1970年4月、日本において開催される予定となっており、現在その発表論文を募集中であるが、郡山操車場については、すでに各理事国からの強い要請により論文発表ならびに現地の見学方が早くも決定されている。

この郡山近代化操車場の完成をみるまでには、数多くの事項について長年月にわたる試験、研究が行われてきており、今後いくつかの論文が発表されるものと考えられるが、今般新しい操車場の使用開始を機として、とらえどころにその概要を報告する。

* 正会員 国鉄建設局停車場第一課長

** 正会員 国鉄建設局停車場第一課補佐

2. 国鉄の貨物輸送と貨車操車場

貨物は、当然のことながら自らの足を持たない。このため、旅客なら自分で乗換えてくれるが、貨物輸送には操車場が必要となる。

すなわち、いくつかの貨物駅や専用線から出た貨車は、最寄りの集配操車場に集められて行先方面別に列車として組成され、輸送の途中に存在するいくつかの操車場で中継されて、分解・組成を繰り返して、到着駅近くの集配操車場で駅順整理を受けて目的駅に到着する。

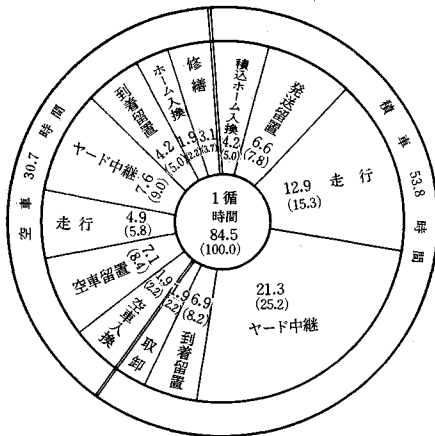
従来の鉄道の貨物輸送は、輸送コストをできるだけ低くすることに主眼が置かれ、集結輸送方式による満牽主義がとられてきた。やや極端ない方をすれば、旅客列車は旅客の多寡に無関係に定時に出発するが、貨物列車の方はいつも満員列車として運転することを原則とする方式であったとでもいえるかも知れない。

このため、操車場における滞留時間が長くなるので、貨物列車自体は比較的高速で走っても全体としての所要時間が長くなり、発送から到着までを平均すれば時速 10 km 以下の極端な低スピードとなり、また目的地にいつ到着するかもさっぱりわからないといった状況である。

具体的にみると、図-1 は、国鉄の貨車一循の時間のうち操車場に停留している時間がいかに長いを示したもので、積車において約 21~22 時間、空車において約 17~18 時間が操車場で中継のため費やされており、その割合は、貨車一循の時間約 85 時間のうち 46~49% を占めている。

従来の操車場は、このような輸送方法を前提として設計されているため、現在強く要請されている輸送の質的改善に対応するには不都合な点が多く、改善の余地が少

図-1 貨車一循における各作業時間



注: ① () 内は一循 84.5 時間に占める比率百分率
② 昭和 39 年 6 月営業局調査による。

なくない。一例をあげれば、今回の昭和 43 年 10 月の大ダイヤ改正において大幅な増発をみた急行貨物列車は、速達ならびに到着日時の明確化を主目的とするものであるが、このためには特殊中継作業が激増し、着発線および継送線の増強が必要となる。

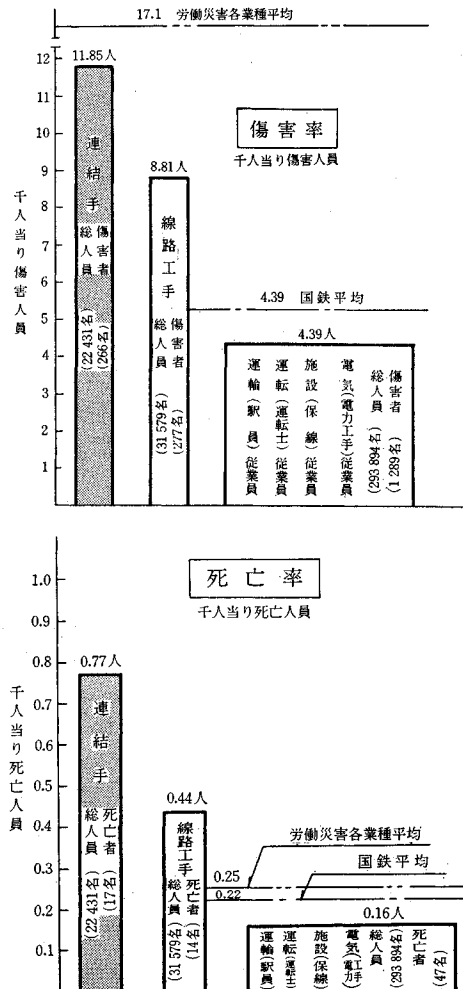
また、この操車場の構内作業には多大の労力と経費を

表-1 鉄道貨物輸送関係従事職員数

項目	実数 (人)	比率 (%)
管理部門	1 700	1.4
貨物の荷扱い	31 300	26.8
ヤードにおける輸送業務	26 700	22.9
貨物列車の運転業務	39 100	33.4
貨物列車の車掌	6 600	5.6
貨車の検修業務	10 500	9.0
船舶による貨物輸送業務	1 100	0.9
合計	117 000	100

注: 昭和 41 年度の実績・建設局調査による

図-2 職種別死傷率 (昭和 39 年)



注: 労働災害各業種平均は、労働省労働基準局安全年鑑 (昭和 39 年 1 月 1 日~同 12 月 31 日) による。

必要としており、表-1 は操車場にたずさわる従事員数を掲げているが、全国に約3万人いることがわかる。この人々は、昼夜の別なく、天候・気象の厳しさをおして構内の貨車の輸送業務を遂行しており、しかも、非常に危険な職場環境にさらされている。このため、操車場における職員の死亡・傷害事故等は後を絶たず、国鉄の職場の中でも最も危険な職場となっている。連結手というのは主として操車場で働く職種であるが、図-2 からわかるとおり、危険度は特に高いので、若い職員はこの部門の作業に従事しながらない。したがって、労働力の需給関係は極端にひびくしており、人手の足りない作業形態が強く望まれている。

表-2 42年度鉄道貨物輸送原価

項目	輸送原価 (億円)	構成比 (%)
発着入換原価	656	24.5
輸送原価	1570	59.4
操車場中継原価	426	16.1
合計	2642	100.0

注：国鉄貨物局試算による

また輸送経費については、表-2 のとおり操車場だけにおいて年間約400億円を越える経費がかかっており、これは年々急増する傾向にある。このため、構内での中継作業を流れ作業として速やかに行ない、中継時刻を明確にできるようにとの要請が強い。

以上のような点を考慮すると、従来の操車場設備のレイアウトとかなり違ったものが要求されることになり、従来形式の操車場設備では対応できなくなってきた。

3. 郡山操車場近代化のねらいとその方策

東北本線の郡山駅における貨車中継設備が狭あいとなってきたため、昭和37年ごろからその増強改良計画が具体的に検討され、当初従来形式の操車場を新設するということが改良計画が決定された。しかし、前述のような問題点を解決するため、昭和39年に計画内容の再検討が行われ、近代化操車場の建設に踏み切るべきであるとして全く新しい構想が打ち出され、計画の大変更が行われた。

操車場近代化の目的は、① 構内作業の能率向上、② 貨物輸送サービスの向上、③ 傷害事故等に対する保安度の向上ならびに作業環境の改善、④ 貨物情報処理の迅速化、の4点に要約することができる。

これらの具体的方策としては、① ハンプ分解作業の高効率化と自動化、② 組成作業の高効率化、③ 貨物情報の集中処理、④ 電源・照明等の強化、の4つがあげられるので、以下これらの点について簡単に述べる。

(1) ハンプ分解作業の高効率化・自動化

操車場において、従来1日3000車以上の貨車を取り扱う場合、貨車を先行別によって仕訳ける作業は、ハンプと称する小さな山の頂から重力によるエネルギーを利用して転走させ、所定の方向別仕訳線に落して分解作業を行なっているが、このハンプ勾配、リターダー（貨車の速度を制御する機器）の配置等に検討を加えて、ハンプ分解作業の高効率化をはかることとした。一般的にあって、ハンプ1山における貨車の分解能力は約4000車/日が最高限度とされているので、郡山における設計取扱車数4300車/日（昭和50年度）に対しては、従来の常識からすれば、ハンプを2つ設ける必要があるわけであるが、この高効率化によってハンプは1山だけ設置するに止めることができたので、この点設備投資の節減、構内分解作業の単純化による経営費の節減などの大きな効果をあげたわけである。

また、従来のハンプ操車場においては、分岐器転換操作、貨車の分岐器進入速度を制御するリターダー制御操作、さらに仕訳線内での所定の位置に貨車を止めるためのブレーキ操作は貨車ごとに職員が直接添乗して行なうなど、いずれも人手による作業に頼っているが、郡山では、電子計算機を中心とする各種機器を組合せて、今回開発したYAC (Yard Automatic Computer) 装置によって、これらの作業をすべて自動化し、安全性の向上と要員の節減に大きく寄与することとなった。

a) ハンプ勾配とリターダー配置

ハンプ分解作業においては、ハンプから散転された貨車はできる限り早く所定の仕訳線に入り、在線貨車に安全連結速度（3～7 km/h）で連結されて停止することが望ましい。所定の仕訳線に入るためには数個の分岐器群を通過することは不可避であり、これの通過許容速度が20 km/h と押えられている。したがって、貨車はハンプクレスト通過後、分岐器群にさしかかるまでになるべく速くこの20 km/h に達し、分岐器群をこの一定速度で通過したのち、方向別仕訳線群有効長に入る直前において安全連結速度に速やかに減速し、仕訳線内はこの速度の範囲で転走し、在線貨車に連結して停止するよう計画した。既設の操車場におけるハンプ勾配とリターダー配置は、過制動による途中停止に対する配慮などから、必ずしもこの理想に合った設計とすることができなかった。郡山では、電子機器類による自動制御が、円滑に行なわれることを前提として、図-3 のとおりのハンプ勾配とリターダー配置とした。

この設計によれば、貨車の分解間隔は在来のハンプ分解作業とくらべて約30%短縮でき、それだけ分解能力を向上することができる。

図-3 ハンプ勾配

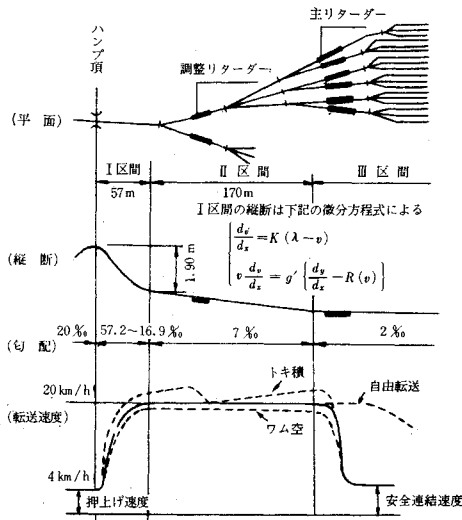


写真-2 調整リターダー

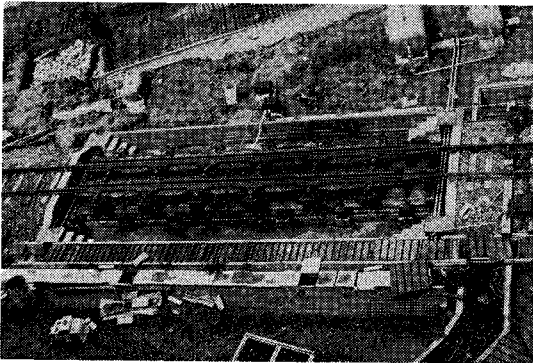


写真-3 主リターダー

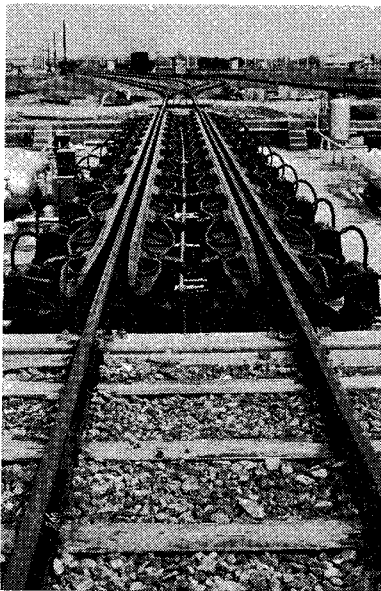
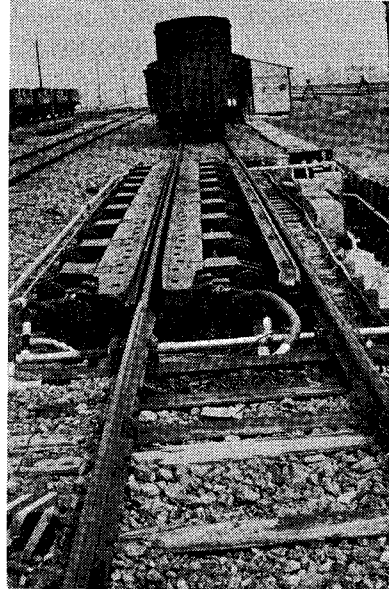


写真-4 補助リターダー



b) 貨車分解作業の自動化

分解作業の自動化は、貨車の進路制御と速度制御に大別されるが、これを前述の YAC により総合的にコントロールする。

自動進路制御についてみると、組成通報が電子計算機に入り分解表が電子計算機によって自動的に作成され記憶されているので、それに応じて貨車ごとに所定の仕訳線へ進入するよう電子計算機から直接転てつ器の転換命令を出すことによって行なわれる。この際、軌道回路が電子計算機に前送貨車の存在の有無を知らせて、追突や分岐器の途中転換等の事故が防止される仕組みとなっている。

このようにして進路が制御された貨車は、一方においてリターダーによって適正な速度に制御され、安全に連結される。速度制御は、貨車が留置車に激突して貨車を損傷したり、途中で停止したりしないように行なわれる。わが国の貨車は、走行抵抗のばらつきが大きく、連結器の構造が弱く設計されているため連結速度の許容範囲がせまく、きめの細かい制御が必要である。このため、郡山ではハンプ勾配中に転走間隔を保つ調整リターダーと速度調節を主目的とした主リターダーの2段の強力な電空式リターダーを配置しているばかりでなく、仕訳線内に自重式の補助リターダーをこれも2段に設けている。これらは、各種の端末機器などより情報を受けた電子計算機により制御される。すなわち、電子計算機の中には各線の軌道抵抗特性が記憶されており、風向風速温度計からこれらの走行抵抗に影響する気象条件が与えられ、さらにハンプ頂上の軸重測定装置によって貨車重量が、レーダースピードメーターによって転走車の速度

が、フルネス測定器によって連結位置がそれぞれ電子計算機に知らされる。電子計算機では、車軸検知器によって作動が規制されながら、ON LINE, REAL TIME の制御計算が行なわれ、カーリターダーの制御・命令を出す。このようにして貨車は 5 ± 2 km/h の速度で連結するようにコントロールされる。これによって、在来の添乗制動という危険作業を原則として廃止することが可能となった(図-7・後出)。

(2) 組成作業の高能率化

多くの貨車の中には、輸送される列車をあらかじめ指定されているもの、あるいは品目によって急いで送ることが要求されているもの、あるいはまた小口混載積車などが混じっており、操車場に集められてくる。これらの貨車は、操車場から列車を仕立てる組成作業において捨い出す特殊な作業が必要であり、特に手間のかかる作業となっている。また、ローカル列車では駅順に貨車をならべる必要があり、この駅順組成作業も多くの手間を要する。調査によれば、1車当りの所要作業量を比較すると、前者の特殊継送車の整理作業は、一般車の組成作業の約7倍、駅順組成車の整理作業は、一般車のその約5倍を要している。特殊継送車は近年の傾向ではだんだん増えており、操車場内の整理作業はますます手間を必要としてきているので、これらの処理が大きな問題点であった。そこで、これらの作業を高能率化するため、矢羽根線と称する配線を計画することとした。

a) 特殊継送作業の高能率化

特殊継送車を組成作業時に簡単に選び出すため、一般仕訳線とは別に列車区分別もしくは方向別区分線を設けてこれに直接散転することが必要である。また列車組成時には、その区分の貨車だけとり出すことが必要となってくる。この目的に合致したものの一つの解決策がD型矢羽根線である(図-4)。この配線により、特殊継送車

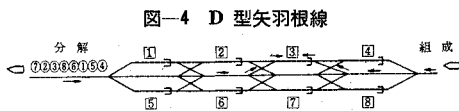
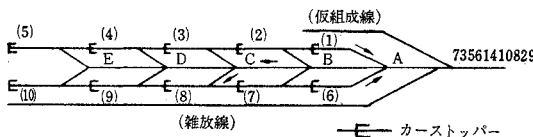


図-4 D型矢羽根線

上図において、中央の線路は通路線となり、分解側から散転車あるいは組成側からの引出し通路となる。両側の各線はポケット線となり、1, 2, 3, ~のブロック(列車別)におおのの最寄り三枝ポイントを経て、やりとりをする。

図-5 S型矢羽根線



上図において、中央の線は通路線となり、両側各1線がポケット線となる。右側引上線上にランダムに引上げられた貨車は、駅別のおおののポケット線に入れられ、最後にカーストッパーを倒して2回の引上げで順列に組成ができる。

の組成作業時分は在来配線形式の場合にくらべて約 1/4 に短縮される。この D 型矢羽根線に散転される貨車数は、昭和 50 年度 繁忙時想定取扱車数 4300 車/日のうち約 1000 車/日と見込まれている。

b) 駅順組成作業の高能率化

駅順組成にかかる車数は前述の取扱車数のうち約 800 車であるが、この車数の作業を、在来方式に扱かうためには約 10 線の仕訳線群を要し、これを方向別仕訳線群の尻に設けることは地積的にむだなスペースが生じるとか、組成引上線の見通しをそ害する等の問題もあり、前述のように、作業時間、要員等の合理化をはかるため、S型矢羽根線(図-5)を採用することとした。これにより、駅順組成に要する時分は在来配線形式に比べて約30%短縮されるほか、操車場用地の利用度が向上する等の利点がある。

このD型・S型矢羽根線の貨車の速度制御および分岐器の転換も、ハンプ分解作業と同様に自動化を図ることにした。

なお、このD型・S型矢羽根線における配線が実用化されたのは、郡山が世界において初めてであることをつけ加えておきたい。

(3) 貨物情報の集中処理

操車場の機能を十分発揮するためには、操車場の内外にわたり、情報を迅速に集中処理し、計画部門において総合的な作業計画を策定し、これにもつづいた適切な作業指示が各部門の現場の末端まで正確に早く伝送されることが必要であり、従来人手にたよっていたこれらの情報処理を大幅に機械化し、自動化してつぎのような通信系を設けることとした。

a) 操車場外通信系

列車の組成通報については、隣接操車場(大宮、新鶴見、長町等)からの伝送は、テレプリンターによって、またローカル列車の組成通報は郡山と周辺駅間の複写電信によって行なうこととした。

b) 操車場内通信系

① 構内指令本部と各信号扱所、各構内従事員詰所さらに屋外の主要な現場とを結ぶ有線電話、トークバック、無線電話により、指令と復令、打ち合せが十分なしうる通信系を構成した。

② 通信の迅速化と直通電話統合のために割込み機能を有する選択呼出方式の電話交換とした。

③ 携帯無線電話系を、屋外現場とをび歩く検査掛、配車掛、操車掛と関係箇所間に設けた。

④ 到着列車の貨車の車種、貨車番号をチェックするため工業用テレビを列車の到着線と指令本部に設けた。

⑤ 分解作業用に設置した YAC を利用して、到着列

車の組成通報を原始データとして、一車ごとに車種、車番、行先等をファイルし、必要な箇所に入力装置、情報取出し装置を設けて、分解計画表の作成、組成計画のためのデータの読み出し等各種の情報を随時とり出さうようにした。

(4) 電源・照明等の強化

a) 電源設備等の強化

操車場用電子計算機を中心とする各種の自動化機器、および情報処理系統の装置を中断することなく確実に稼働させるため、電子計算機システム、および構内全体の配電系を二重系統とした。

b) 照明の改善

構内の屋外作業の環境を改善するため、自動化操車場の各部所別作業形態を考慮して、所要の照度を確保するよう照明設備を設けることにし、従来の操車場の照度より高くしている。

3. 近代化工事および試験の施行

(1) 工事経過

前述のような近代化のねらいをもって、工事は施行され、用地買収には昭和38年11月に着手し、路盤工事や自動化機器の製作等は昭和39年度より進められた。工事の特徴としては、一方において、在来郡山操車場の狭あいによる作業困難を解消するため、在来形式の増強操車場としてでき上った部分から逐次使用開始していくという要請があり、一方においては、画期的な近代化工事

写真-5 S型矢羽根線

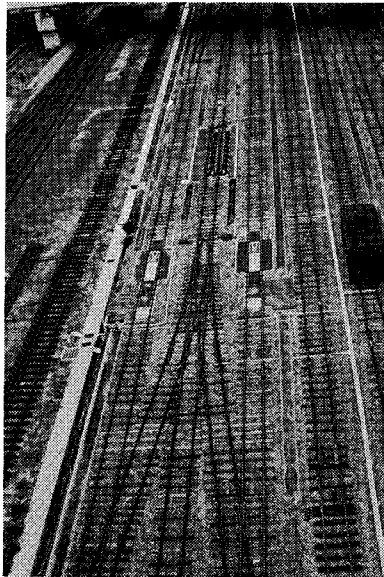
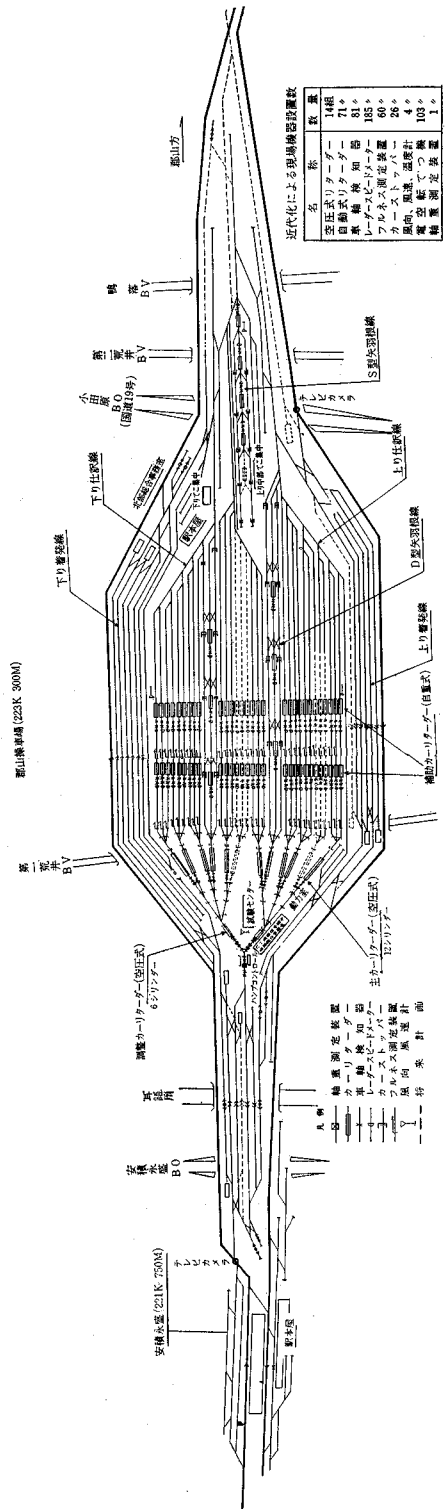


図-6 郡山操車場配線略図



のため、技術的に数多くの未解決の問題があるので、これらを開発し、試験を慎重に行ないながら完成させていくという困難さがあるわけで、この二律背反なことが、新設操車場内で競合することになった。例えば、ハンブ勾配については仮設のうえ転送試験を行ない、修正を加えて実用に供することとした。全体の工事工程は細心に

計画されて、PERT 図による管理などの手法も採用し、関係諸機関は全く一丸となって対処した。この結果、表-3 のような工事工程、試験工程をたどり、昭和43年度はじめには、設備内容はほぼ完成することとなった(図-6・写真-1)。

昭和43年5月からは総合的な連続運転試験を行ない、

写真-6 レーダースピードメーター

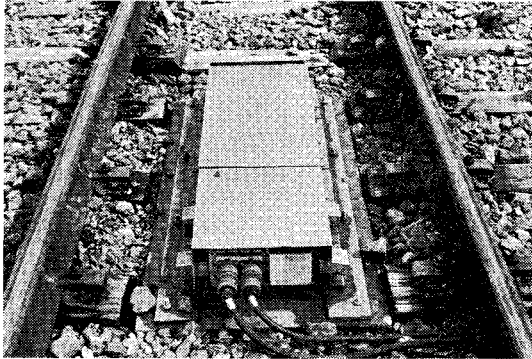


写真-7 カーストッパー

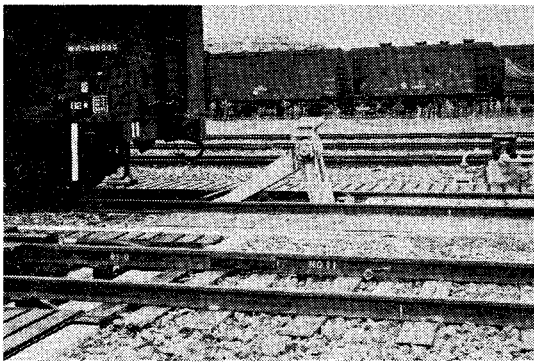


写真-8 コントロールセンター外景

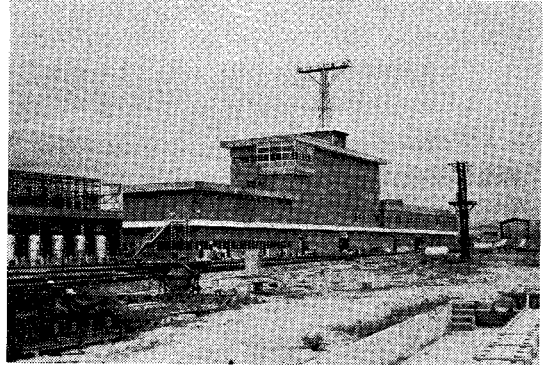


写真-9 コントロールセンター4階における制御室

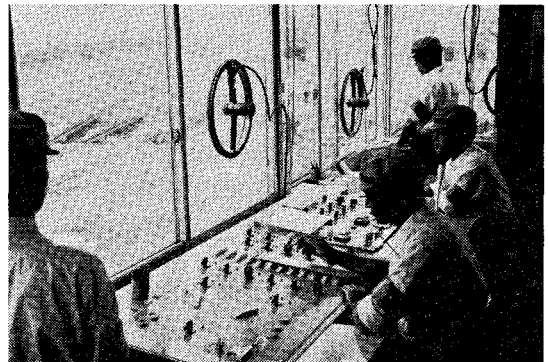


表-3 工事工程および試験工程表

試験の種類	昭和41年度												昭和42年度									昭和43年度									記事			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
ハンブ自由転送試験																																		
端末機器単体試験																																		
電子計算機と 端末機器、接続試験	17	17	17	17																														
端末機器性能確認試験																																		
カーブ性能確認試験																																		
部分的な速度制御試験																																		
自動化システム試験																																		
電子計算機の調整 および機能試験	11	11	11	11																														
テレプリンター符号伝送試験																																		
無線機による符号伝送試験																																		
入換機関車無線操縦試験																																		
車号読取装置試験																																		
D型S形矢羽根線散転試験																																		
貨車加減速装置性能試験																																		
自動化連続運転試験																																		
工事工程																																		

注: 15 43年10月からダイヤ改正により取扱車数約2700車/日
16 昼夜連続試験
17 自動化本使用開始
18 ハンブ手動使用開始
19 取扱車数1600車/日

実際に営業貨車を本使用と同様にとり扱って、実用上のいろいろな問題点を一つ一つ解決し、昭和43年9月15日から自動化された近代的操車場として正式の使用を開始した。

御装置があり、現場機器類と接続して入出力制御を行ない、全体としてオンラインリアルタイムシステムを構成

(2) 今回完成した設備および自動化試験の内容

ここで設備の主なものを二、三つ加えてみる。

a) 操車場全体の設備規模として、当初取扱車数約4300車/日(昭和50年度対応)を目標にしていたが、昭和43年度においては取扱車数が、約2850車/日程度であるので、これに見合った設備を今回完成させた。したがって、構内において方向別仕訳線30線を設置し、あと6線の余裕を残している。

b) D型・S型矢羽根線における貨車の速度制御は、実際試験の結果、分岐器群通過による走行抵抗のばらつきがかなり大きいため、各ポケット内に減速専用の油圧ユニット式リターダーを設置することにした。

c) 今回設置した電子計算機のシステムは、主系、副系の二重系設備であり、それぞれの系は貨車制御用と情報処理用の2台の中央処理装置(デジタル型、記憶容量16K、メモリーサイクル6μs)から構成され、その他磁気ドラム、磁気テープ系の補助記憶装置、およびラインプリンター、テープ読取機等の付属機器で構成されている。また、各系には入出力制

写真-10 Dowty ユニット左リターダー

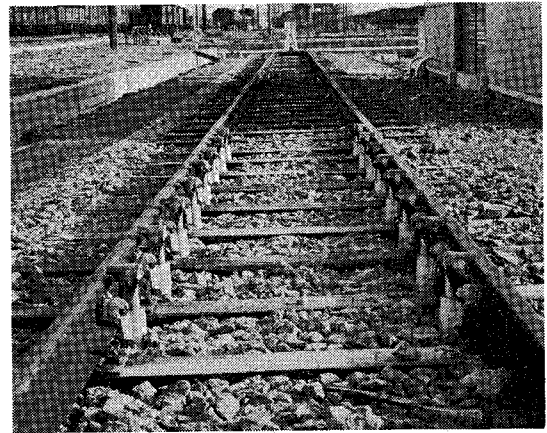


図-7 分解作業の自動化システムにおける各種機器類の関係図

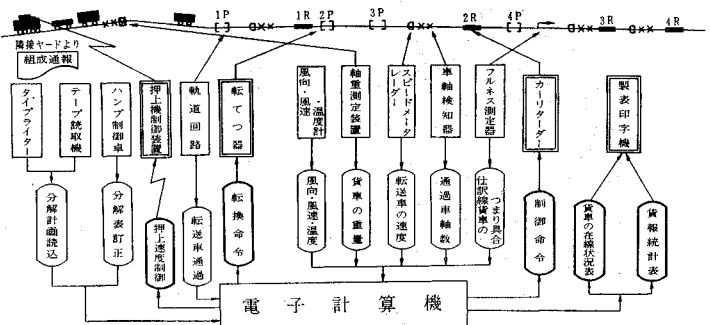
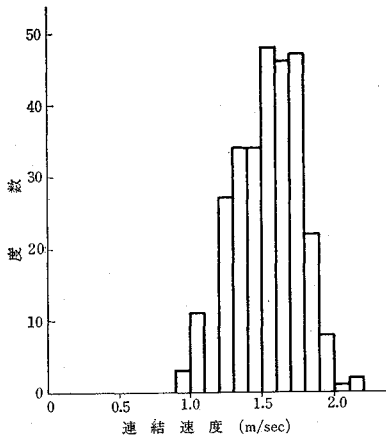


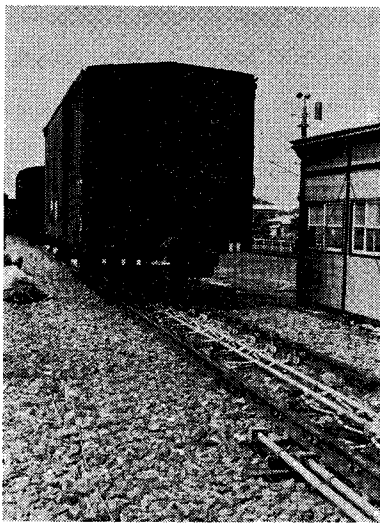
表-4 操車場用電子計算機システムの連続運転試験の経過

試験期日	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週	第12週	第13週	第14週	記事
	3/20~3/26	3/27~3/31	4/1~4/5	4/6~4/10	4/11~4/15	4/16~4/20	4/21~4/25	4/26~4/30	5/1~5/5	5/6~5/10	5/11~5/15	5/16~5/20	5/21~5/25	5/26~5/30	
貨車取扱両数 (1日平均)	~2000	~2500	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	~2800	● 総取扱両数(含普通車) ○ ハンプ分解両数
電子計算機稼働率 (1日平均)	~95	~98	~97	~97	~97	~97	~97	~97	~97	~97	~97	~97	~97	~97	● 計算機稼働率 ○ システム稼働率
障害回数 (1日平均)	~2.5	~1.5	~2.0	~1.5	~1.5	~1.5	~1.0	~1.0	~1.0	~1.0	~1.0	~1.0	~1.0	~1.0	
障害時間 (1日平均)	~25	~15	~20	~15	~15	~15	~15	~15	~15	~15	~15	~15	~15	~15	
特記事項	○ トレンドル油漏れ ○ リターダー油漏れ ○ 計画車運配開始 ○ 計画車運配開始(一部)○ 空機電源停止														

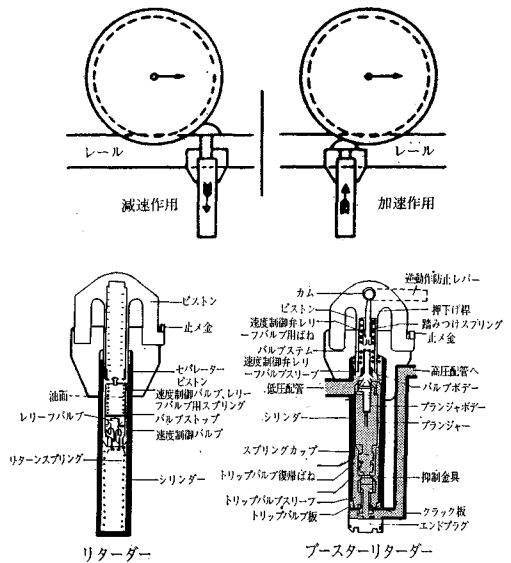
表—5 連結速度測定試験（方向別訳線）



写真—11 Dowty ユニット加減速装置



図—8 Dowty ユニット式加減速装置原理図



表—6 工事費

総工事費	49.5 億円
用地費	6.5 億円
工事費	43.0 億円
(内訳)	
土木部門	21.9 億円
電気部門	21.1 億円

郡山操車場近代化工事の工事費は表—6のとおりであり、約 50 億円を要した。このうち、近代的設備とするための機器類その他に要する工事費が約 17~18 億円含まれている。また、同じ規模で在来形式のハンブ操車場をつくる場合と比較すれば、数億円程度今回の場合は高いものになっているが、要員の削減効果、貨物輸送のサービス向上効果等を勘案すれば、十分目的は達しているものと考えられる。

4. むすび

郡山操車場の新設工事についてその概要を述べたが、これだけ総合的に近代化設備をとり入れた操車場は、世界的にみてもあまり類例がない。

それだけに、現在ではまだ完成後間もない段階でもあり、本格的な使用を開始した後は、まだまだ予期しえなかった多くの問題が生じることも予想されるので、今後とも十分注意を払って育てていきたい。

操車場の近代化については、押上機の自動化その他の分野についての開発や、既設操車場についての経済的近代化方策の研究などと、多くの課題が残されている。郡山におけるこのたびの自動化操車場の完成を一つのステップとして、今後とも努力を重ねなければならないと考えている。

(1968.9.10・受付)

(3) 工事費等