

## 紀勢線建設工事の主要点

高橋 克男\*  
溝口 博\*\*  
横山 章\*\*\*

### 1. まえがき

昭和 34 年 7 月 15 日、紀伊半島の南を結ぶ紀勢本線が全通した。40 年にわたる長い建設工事であつたが、この工事の概要と特にそのうち、最後の区間である尾鷲—紀伊木ノ本（熊野市）間の工事および、全通ディーゼル化にともなう諸設備工事の主要点を報告する。

### 2. 工事概要—40 年にわたる長い建設工事

紀勢線沿線の人々は口ぐせのように、この建設工事は、父祖三代の悲願だという。人生の働き盛りを約 20 年と考えると建設の運動を始めてから 50 年、着工してから 40 年、大体三代にわたるそうである。確かにこのように長い年月を要した建設線工事は、他に例がないが、

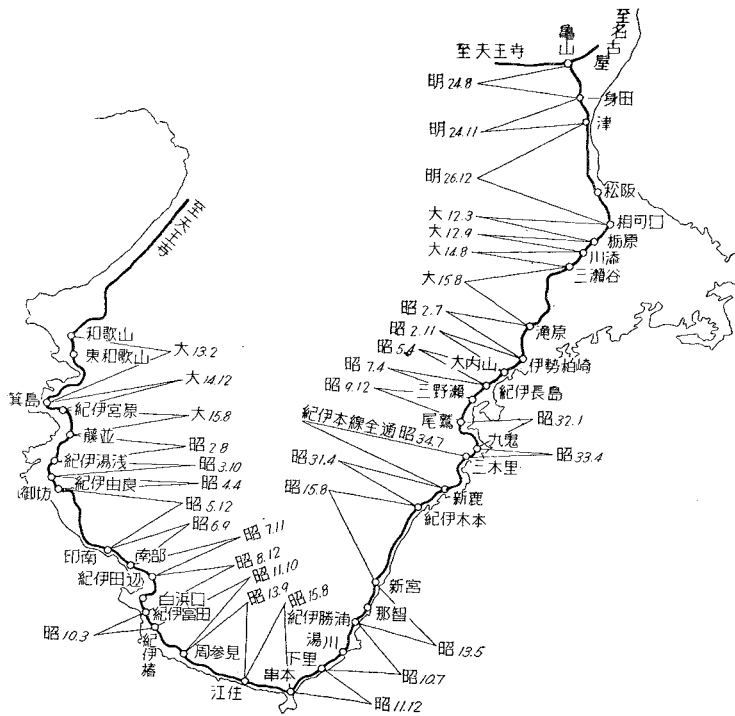
この中には戦争による空白約 10 年があるので、これをのぞいて考えれば、約 30 年間に 340 km の工事であるので、建設速度として遅いとはいえない。

紀勢線相可口（多気と改称）—和歌山間の建設工事は、まず大正 9 年 12 月、相可口方から、ついで翌 10 年 1 月和歌山方より始められた。工事は順調に進められ、相可口方の東紀勢線では早くも、大正 12 年 3 月には、相可口（多気）—枋原間 12.6 km が、ついで同年 9 月には枋原—川添間 5.7 km が開業した。和歌山方の西紀勢線も、天神山トンネルの悪地質と闘いながら、大正 13 年 2 月には、和歌山—箕島間 27.1 km が、翌 14 年 12 月には宮原までが開業した。しかしながらさらに紀勢線の早期全通をはかるため、未開通区間の真中からも工事を始めることとし、昭和 7 年 10 月、勝浦—下里間に、翌

8 年 12 月には新宮より東に向つて着工し、これらを紀勢中線と称した。また新宮—勝浦間は昭和 9 年 7 月、新宮鉄道会社より買収して改築した。このように 4 カ所から工事を進めた結果、東紀勢線は荷坂峠の険を抜いて昭和 9 年 12 月には尾鷲まで 81 km が開通し、西では昭和 15 年 8 月に新宮—紀伊木ノ本（熊野市）間 22.5 km および江住—串本間 20.1 km が同時に完成して、西紀勢線と紀勢中線とが連絡し、和歌山—紀伊木ノ本間 225 km が開通した。そして残る未開通区間の尾鷲—木ノ本間も峻険矢ノ川峠を切り開いて、すでに国鉄バスが連絡していたので、一応紀勢線は全通したもとして、盛大な紀勢西・中線全通式が新宮で行われた。

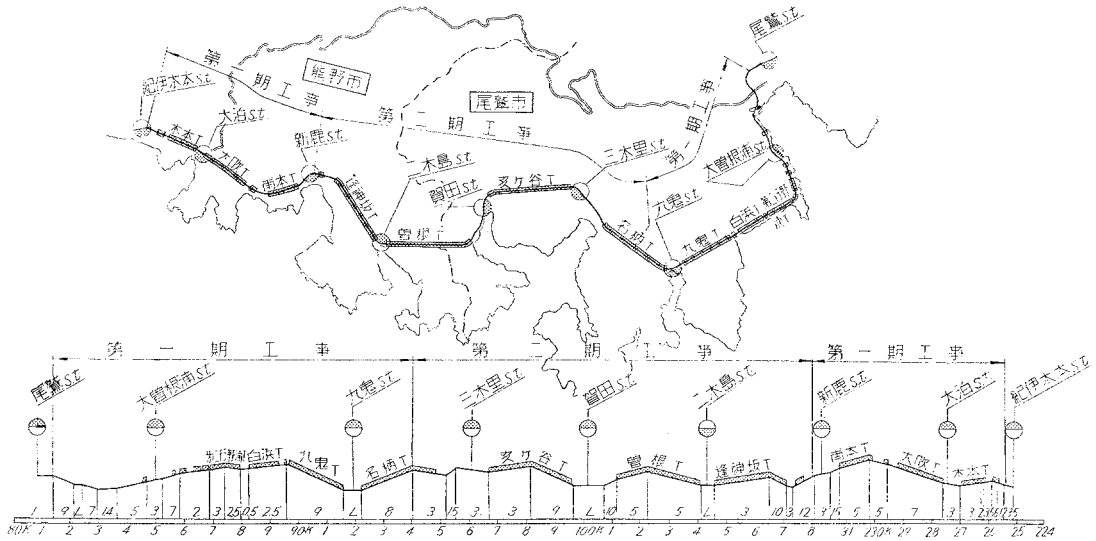
しかし実際にまだ残されていた、尾鷲—木ノ本間 34.3 km の開通には、この後さら

図—1 紀勢線建設工事の沿革



\* 正員 日本国有鉄道岐阜工務局次長  
\*\* 正員 同 停車場課  
\*\*\* 正員 同 土木課

図-2 尾鷲一紀伊木ノ本間建設工事



に約 20 年の才月がついやされなければならなかつた。この区間は、距離こそ全線の約 1/10 にすぎなかつたが、地形は急しゆんであり断崖が海までせまり、海岸線はさくそうしてトンネルは長く、工事量もばく大であつた。当初この区間のルートは尾鷲より八鬼山の下をくぐつて直接三木里へ抜け、賀田部落を経て浅谷峠を貫通して新鹿に出るというものであつたが、九鬼および二木島各部落の熱心な要望もあつて、現在のように海岸各部落を結ぶルートに決定された。

紀勢西・中線の全通に引き続き、この残された区間の工事が開始されたが、いくばくもなくして戦争のため中止となり、戦後、昭和 22 年当時の食糧難、資材難、資金難を押し切つて再開した工事も、わずか 1 年で中止となつた。

昭和 27 年三度工事に着手し、この区間を第 1 期、第 2 期工事と分けて、順調に進行し、31 年 4 月、西は新鹿まで、32 年 1 月、東は九鬼まで、さらに 33 年 4 月、三木里まで開業した。そしてついに、昨年 7 月 15 日残る三木里一新鹿間 12.3 km が開通して紀勢線は着工以来実に 38 年 8 カ月で全通したのである(表-1)。

表-1 紀勢線の線路諸元

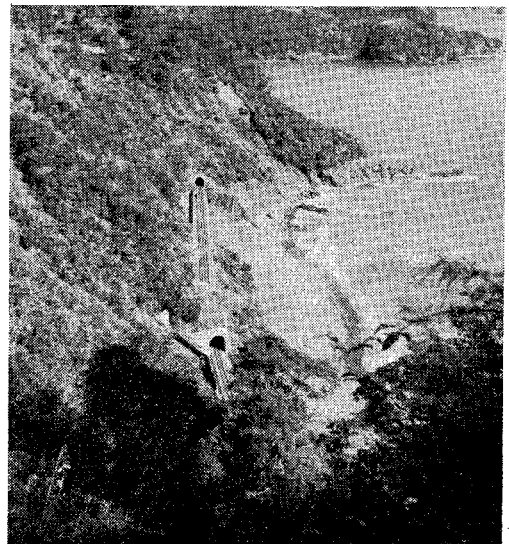
(1) 延長 相可口一和歌山間	340.2 km
(2) 総工事費 (時価に換算)	265 億円
(3) 線路視格	和歌山一田辺間 乙線 田辺一相可口間 丙線
(4) 最小曲線半径	20.0 m
(5) 最急勾配	25‰
(6) トンネル	148 カ所、総延長 42.242 km、最長曾根トンネル 2.933 km
(7) 橋梁	246 カ所、総延長 8.115 km、最長有田川橋梁 523 m
(8) 停車場	79 カ所

### 3. 尾鷲一紀伊木ノ本間の建設工事—トンネルの連続

戦後、施工された尾鷲一紀伊木ノ本間は、全延長 34.3 km のうち、トンネルは 20 km で約 6 割を占め、しかもこのうち、1 km 以上の長大トンネルが 9 本もある。従つて戦後の紀勢線建設工事は、トンネル建設の工事であつたといつても過言ではなからう。そしてまた、紀勢線は新線建設工事の中でも最も重要な線区であり、設計および施工の面でも幾多の新しい考え方、工法が実施された。

#### (1) トンネル断面

紀勢線のトンネルは将来の電化を予想して、1号型断面写真-1 急峻な海岸線を行く紀勢線(大曾根浦一九鬼間)



面で作られているが、特に地質が堅硬であるので、馬蹄形にせず側壁部分をS.Lより鉛直におろし、F.L面で約95cm広くした。また排水溝も従来のセンタードレーン方式では掃除、改築等のとき不便であつたので、サイドドレーン式に改め、保守作業を容易にした。

### (2) トンネル覆工背部の裏込め

今までトンネルの覆工の破壊の多くは背部の裏込めが、完全でなかつたのが原因となつているので、従来の示方書で覆工背部の裏込めに岩片、その他を用いるのを許していたのを改め、全部コンクリートで充填するようにし、かつモルタル注入孔をあらかじめ、全延長にわたつて設置しておくようにした。そして特に曾根、逢神坂両トンネルではこの注入孔により全延長にわたつてモルタル注入を実施し、覆工背部の空げきを完全に充填した。

写真-2 逢神坂トンネルのレール支保工



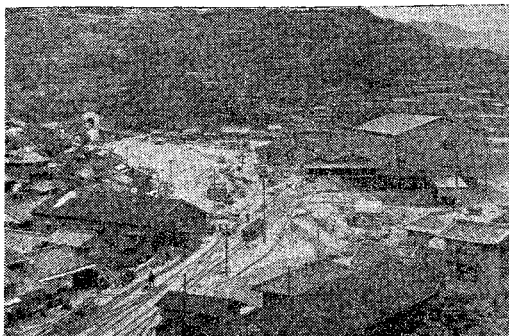
### (3) 直轄工事

戦後トンネル建設工事は、大型機械を使用する全断面掘削工法を中心にして急激に発達した。そこで、この全断面掘削工法を研究すべく、二木島を根拠地として、逢神坂トンネル(全長2534m)の二木島方1922mと、曾根トンネル(全長2933m)の二木島方1891mを、国鉄の直轄で施工した。以下この直轄工事についてくわしく述べよう。

a) 掘削 両トンネルとも堅硬なカコウはん岩であり、湧水も少なく全断面掘削に適した地質であつた。

掘削当初は工法に不なれであつて、掘進速度もはかばかしくなかつたが、なれるに従い逐次速度をあげ、逢神

写真-3 二木島工事現場の全景

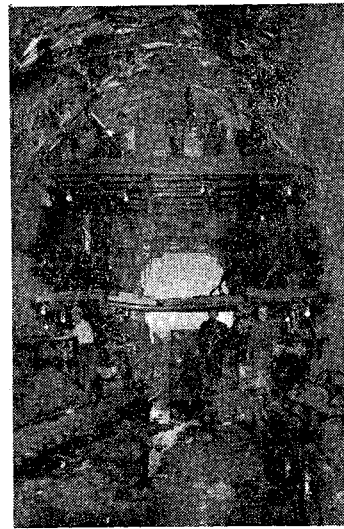


坂トンネルの掘削の末期には日進14.7mを、ついで曾根トンネルにおいては日進18.2m、月進301mを記録した。これはいずれも鉄道トンネル掘削における新記録である。このときの各作業別の平均時間と、曾根トンネルの全平均とを比較すると表-2のごとくなる。掘進速度を上げるためには、ずり積みを早くせねばならない。

表-2 全断面掘削のタイムスタディー

作業	一発破進行	計	削岩段取	削岩	爆破	ずり積	レール延伸	損失	ずり台数
日進18.2m	2.44m	3° .13'	23'	49'	23'	75'	8'	15'	21台
曾根平均	2.5m	4° .54'	33'	59'	27'	146'	13'	16'	30台

写真-4 11ブームドリルジャンボー



① 削岩: 削岩には飯田線大原トンネルで使つた11ブームドリルジャンボーを転用しせん孔長は地質に応じ1.5~3.0mを原則とし、試験的に3.0m以上4.0m近くのものも行なつたが、爆薬量が急激に増加し、好成績は得られなかつた。心抜きはバーチカルウエッジカットとし、せん孔長2.2m以上

上のときには、1~2段のバスターホールを設けた。孔数は約30m<sup>2</sup>の断面積に対し、65~78孔であつた。ロッドはφ32mmのNi-Cr-MO鋼(QD-3およびCR-2)を用い、ビットはデタッチャブルのカービットとした。ビットゲージは42~46mmである。耐用命数はロッドで80~200m、ビットで80~120mであつた。圧さく空気は7.5kg/cm<sup>2</sup>の圧力で150IP×2台、100IP×4台、計700IPのコンプレッサーで製造したが、11台の削岩機を同時に稼働させるとやや不足気味であつた。

② 爆破および換気: ダイナマイトには「けやき」を用いたが、これは爆力は新桐よりも若干おとるが、爆破後の有毒ガスが少ないので坑内には適している。ダイナマイトの使用量は、1発破の進行長で大いに異なるが、1.5mで1.0kg/m<sup>3</sup>、2.5mで1.4~1.5kg/m<sup>3</sup>程度で、両トンネルを平均して約1.2kg/m<sup>3</sup>であつた。

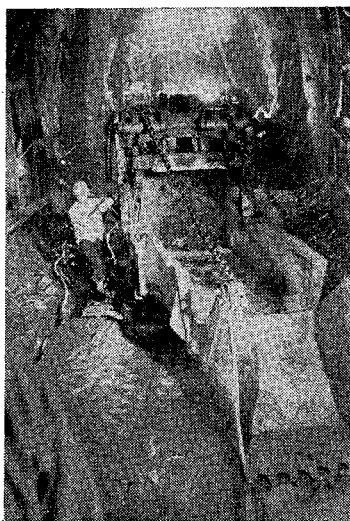
換気装置には、6.5IPのプロペラファン(日立製)を200mおきに設置し、直径57cmの鉄板製換気管を敷設して、180m<sup>3</sup>/minの換気能力とした。爆破時、待避しているジャンボーの前に管の先端を出さないと効果が少

ないので、前端に折畳み可能なアポニール風管を約60～200mつけて成功した。

③ ずり積みおよびずり捨て：全断面掘削の最大の特徴は強力なずり積み機械によつて掘進速度をあげることである。ここでは強力なコンウエイ100型を使用した。これは1台しかなく故障時には小型のアイムコ40Hを使用せざるを得なかつた。コンウエイ100型は0.8m<sup>3</sup>のバケットを持ち、3～4m<sup>3</sup>/minの積込み能力を有するが、トロの入換能率に押さえられて25台/hが最高の実績であつた。ずり運搬は4.5m<sup>3</sup>積みトロ3～4台を1個列車として、6～7tのバッテリーカーで牽引した。切羽における空車

写真-5 コンウエイ100型ずり積機

盈車の入換えはチェリーピッカーにより、列車入換えはスライドポイントによつた。運搬線路のゲージは760mm、レールは25kgとしたので、脱線事故は少なかつた。切羽50～100mを除き後方は複線とした。坑外に運び出されたずりはアーム式チップラーによつ



て捨てられ、ブルドーザー(D-7およびD-8)によつて二木島停車場の構築に流用された。二木島停車場の湾の一角を埋立てて作られ、津波を考慮して高水位上7.8mの高さに設けられた。

④ 支保工：37～30kg古レールで作つたアーチ式支保工を用い、1.2～1.5m間隔に建込んだ。支保工を設けた区間は逢神坂トンネルでは全延長の約25%、曾根トンネルでは約48%であつた。多少岩はだに割目があるが、レール支保工を入れるほどでない所には1.5～2.0mのくさび型ロックボルトを打込んで山止めとした。

b) コンクリート覆工 岩質が良好であつたので全断面掘削とコンクリート覆工とを時期的に分離し、所要の全延長を掘削し終つてから、坑奥より逐次坑口に向つてコンクリート覆工を進めた。従つて掘削と覆工の作業が競合せず、おのおのその全能率を發揮することができ、月進710mというコンクリート覆工の新記録を樹立した。

① 骨材および計量プラント：紀勢線の沿線では、海岸砂は津波に対する自然の防波堤であるとの観点から、これを細骨材として採集することには地元民が強く反対しており、各工区ともこの確保には頭をなやましたので

あつた。二木島においても、細骨材は紀勢町の海岸から約50m<sup>3</sup>積みの船で5時間を要して輸送したが、荒天時にはしばしば欠航してコンクリート打設に支障を生じた。粗骨材はトンネルのずりを破砕し、砂と同様二種にふるい分けて使用した。骨材の貯蔵場には約700m<sup>3</sup>の上屋をかけ、天井走行クレーンでつかみ上げる方式をとつて骨材中の含水量が一定になるようつとめた。計量プラントは半自動式であつたが、セメントおよびフライアッシュの計量器には衡桿式で、リミット方式にトランジスターを利用したホートセル検知方式を用い、フィーダーにも瞬間停止装置つきスクリュンフィーダーおよび

写真-6 コンクリートポンプ

シントロンのバイブレーションフィーダーを装置した。

② 配合：堅岩トンネルの覆工コンクリートは強度よりも、むしろ耐久性が重んじられるし、機械打込みには流動性が必要なのでセメントの20～30%をフライアッシュで代替し、AE剤としてはビソゾールまたはポゾリスNo.5を用いた。

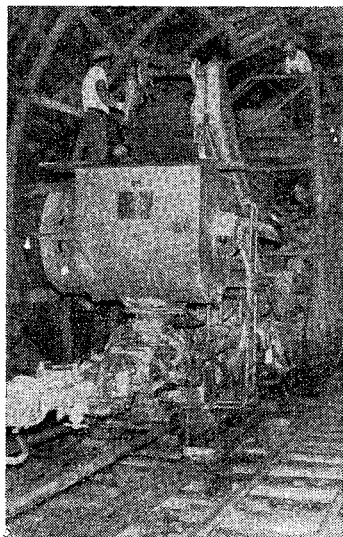
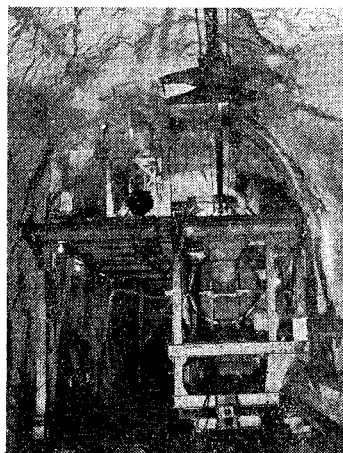


写真-7 コンクリートジャンボ



③ 混合および打込み：通常コンクリートの混合は坑外で行い、練つたコンクリートをアジテーターカー等で坑内に運搬する方法と、坑外では材料の計量のみを行い、計量した材料を坑内に運搬し、そこで混合する方法とがある

が、ここでは経済比較の結果後者を採用した。坑内のミキサーは傾胴式14切×2台を用い、コンクリートポンプ等と一緒にジャンボと称する台車の上に乗せ、バッテリーカーで逐次移動させた。

コンクリートの打込みには、逢神坂トンネルではコンクリートプレーサー(プレスウエルド1yd<sup>3</sup>)を、曾根

表-3 経費の比較 (コンクリート 1 m<sup>3</sup>当り)

費目	使用機械		コンクリート プレッサー		コンクリート ポンプ	
	工物	費	304}	2 598円	287}	2 654円
直接費	工物	費	2270}	570	2347}	473
償却費および設備費	コンプレッサー室 ジャンボ-設備	135}	435}	570	29}	444}
運転保守費	工物 外注工事費	31}	114}	146	58}	156}
電力費		1}			14}	228
電力費				73		27
合計				3 387		3 391

トンネルではコンクリート ポンプ (石川島 20 A 型) を使用した。パイプはそれぞれ 6 in および 8 in である。この両者を比較してみた結果、経費の点では表-3のごとくで差は少なく、作業の面から考えると運転、パイプの閉そく、閉そく後の処理およびコンクリートの供給の点でプレッサーが有利であるが、コンクリートの品質の点では、ポンプの方が施工者は細心の注意を払わねばならず、従つて監督側としてはかえつて管理はしやすいといえよう。また打込み後のコンクリートの分離は、たれ流しによる分離が大きいため差は見出しにくいですが、ポンプの方が少ないようである。

④ 型わく：型わくは油圧ジャッキで簡単に折畳みができ、養生中の型わく内をくぐりぬけられるような、テ

レスコーピック型のスチール フォームを使用した。これを 10 m×4 台持つていたので、打込み 6 時間、養生 18 時間として、1 日に 40 m 打設することができた。

⑤ 作業時分：作業実績は表-4 とおりであり、掘削と分離した作業の結果非常に好成績を収めた。

c) 原価計算 直轄工事の主要な目的は、正確な工事原価を知ることである。工事費を直接費、直間費、設備費、間接費、総係費の 5 費目にわけ、各費目をそれぞれ 10~20 の原価計算科目に分けて、各科目ごとに人件費、物品費、その他を集計、按分して原価を算出した。

#### (4) 橋梁

橋梁には特殊のものはないが、海岸地帯であるので、潮風による腐食を考へて、かなり鉄筋コンクリート桁が採用された。橋梁負担力は KS-15~KS-16 である。

#### (5) 軌道

軌道構造は次のとおりである。

レール	本線	37 kg (長さ 25 m)
"	側線	30 kg (長さ 20 m)
道床厚	本線	20 cm
"	側線	15 cm
まくら木	本線	37 本 (25 m につき)
"	側線	25 本 (20 m につき)
タイプレート	曲線半径 300 m 以下	
継目	支継法	

トンネル内は PC まくら木を使用し、特に長大トンネルでは曲線および坑口付近 100 m を除いて、テルミット溶接を行い継目なしレールとした。

## 4. 全通設備

### (1) 輸送計画

a) 旅客 紀勢線の全通により、紀伊半島を一周する大環状線が完成する。この地方は大阪、名古屋の二大都市を両端に有し、その沿線には伊勢志摩、吉野熊野の二大国立公園と、白浜、勝浦等数多くの温泉地を有する類まれな観光地域である。しかしながら、今までは行どまり線であつたためせつかくの観光資源も十分に開発されていないうらみがあつたが、この全通によつて東京、名古屋方面よりの距離および時間をいちじるしく短縮し、紀伊半島一周という周遊コースを完成したので、今後は飛躍的な発展が期待されている。

このため、新宮以東は全列車ディーゼル電気機関車 (D L) 牽引として全く煤煙を駆逐し、急行 1 往復、準急 2 往復をふくむ直通列車数本を設定した。そして速度の向上、到達時分の短縮をはかり、列車単位の増大と相まつて輸送力をいちじるしく増強した。

また長い間陸の孤島と称せられていた新線区間の開発も忘れられない重要事である。

昭和 31 年度の実績をもととして、全通時 (昭和 34

表-4 コンクリート覆工作業実績

種別	施工方法	逢神坂トンネル		曾根トンネル	
		コンクリート プレッサー	コンクリート ポンプ	コンクリート プレッサー	コンクリート ポンプ
使用機械		7 187.5 m <sup>3</sup>	9 125.6 m <sup>3</sup>		
設計数量		11 021.6 m <sup>3</sup>	13 009.7 m <sup>3</sup>		
施工数量		53.3%	42.6%		
余堀		10.2 m <sup>3</sup>	13.8 m <sup>3</sup>		
1 時間当り施工数量					
作業ダイヤ (1回)		30 cm	45 cm	30 cm	45 cm
巻厚					
取 時 間	台車移動	1°	30'	1°	02'
	型わくはずし				
	移動	33'	35'		
	ケレン	1°	44'	1°	08'
	油付				
	据え	6'	1' (2°56')		
	板	3'	2' (29')		
	線	1°	10'	25' (2')	
	損	5°	06'	3°	13'
	小	1°	55'	1°	10'
計					
最					
打 込 時 間	準備		15'		20' (3')
	打込み	6° 10'	7° 37'	4° 01'	5° 50'
	パイプ切替	18'			
	" 引抜	19'		20'	
	あと片付け	9'		11' (16')	
	損	3° 51'		2° 18'	(2')
	小	10° 02'	12° 29'	7° 10'	8° 59'
	計	3°	45'	2° 45'	4° 40'
	最				
	合計	16° 08'	17° 35'	10° 23'	12° 12'
最	6° 15'		3° 55'	6° 40'	
養生時間	平均	80° 50'		54° 33'	
	最少	28° 30'		17° 45'	

年度) および全通5年後(昭和39年度)の輸送量を表一5のごとく想定した。全通後は特に新宮以東の増加がいちじるしい。

表一5 旅客想定輸送量

区間	昭和31年度輸送実績		昭和34年度(全通後)想定		昭和39年度想定		
	人	%	人	%	人	%	
新以宮西	御坊一紀伊田辺	4888人	100%	5461人	112%	6605人	135%
	白浜口一串本	3565人	100	3929人	111	4624人	130
新宮以東	新宮一尾鷲(新宮一熊野市)	2258人	100	3666人	164%	4271人	189%
	尾鷲一多気	3108人	100	4435人	143	5009人	164

表一6 全通前後の旅客列車数

区間	上下	全通前後		
		全通前	全通後	増加
新宮以西	御坊一紀伊田辺	16	17	1
	白浜口一串本	11	12	1
新宮以東	新宮一熊野市	9	12	3
	尾鷲一多気	8	11	3
新宮以東	尾鷲一多気	10	12	2
		9	12	3

b) 貨物 表一7 に新宮より各ヤードに到る距離および時間を示す。これからわかるように、全通によって可能となった東まわり(多気経由)は距離および到達時間においていちじるしく有利である。紀勢線では東、西まわりともに線路状態、輸送方式に大きな差がなく輸送経費はほぼ輸送距離に比例するので、貨物は最短経路を通すことを原則とし、大幅に西まわりから東まわりに変えることとした。すなわち申京、関東向け貨車は紀伊田辺を境として東まわりが原則となる。しかしながら、さし当ってはD.L.の両数に制限があるため、東まわりは上り

表一7 輸送距離および輸送時間の比較

区間	經由別	輸送距離	時間	
			(運転時分+ヤード中継時分)	間
新宮一稻沢	東まわり	253.1km	16	0分
	西	457.2	30	40
新宮一米原	東	330.4	25	35
	西	390.4	28	15
新宮一梅小路	東	210.9	16	25
	西	320.9	26	25
新宮一吹田	東	294.3	24	50
	西	287.5	16	30

表一8 貨物想定輸送量

区間別	年度別	昭和31年度実績		昭和34年度想定(全通後)										昭和39年度想定				
		輸送量	通過車数	輸送量						合計		通過車数		輸送量		通過車数		
				輸送量		全通にともない増減する量		合計		通過車数	%	輸送量	%	通過車数	%			
				経路変更	建設区間新規増加	経路変更	建設区間新規増加	経路変更	建設区間新規増加									
新宮以西	御坊一紀伊田辺	上下計	981	100	1184	121	218	22	—	966	99	88	75	1204	123	110	93	
		上下計	1301	100	1492	115	1063	82	—	429	33	62	70	535	41	35	28	
新宮以東	新宮一尾鷲(新宮一熊野市)	上下計	185	100	240	130	989	535	142	77	1371	740	125	391	1708	922	155	486
		上下計	405	100	424	105	259	64	28	7	193	48	25	30	240	59	33	39
新宮以東	尾鷲一紀伊長島	上下計	113	100	134	119	1156	1021	142	125	1432	1265	130	685	1784	1575	162	854
		上下計	84	100	79	94	218	259	28	34	325	387	130	685	405	482	59	70
新宮以東	大内山一多気	上下計	294	100	324	110	1156	393	142	49	1622	552	148	435	2021	687	184	541
		上下計	272	100	428	157	218	81	28	10	674	248	148	435	240	88	59	70

4本、下り3本に増すとどめ、他は西まわりを余儀なくされているが、早晚順当な輸送経路にきりかえられ合理化されるであろう。

昭和31年度の実績をもととして全通時および5年後の輸送量を想定すると表一8のごとくなる。すなわち昭和29年度から31年度までの3カ年間の増加傾向より、まず34年度の在来ルートによる輸送量を算出し、この輸送量を全通にともない経路変更となる方向にふりわけ、これに新線区間の新規輸送量を加えたものである。このほかに全通にともない輸送経路が短縮され、従って運賃が低廉となるため誘発、転嫁される貨物量も相当あると思われるが、資料の関係上これは計上していない。昭和39年度の輸送量はこのようにして想定した34年度の輸送量に国鉄修正5カ年計画における輸送量増加率を適用して想定したものである。この表をみると新宮以西から名古屋方面への貨物は全通とともに順路にのるた

め、例えば御坊一串本間の輸送量は61~51%に減じ、新宮以東の輸送量は4~7倍に激増することがわかる。これは表一9の列車回数の増減に現われて来ている。

表一9 全通前後の貨物列車数

区間	上下	全通前後		
		全通前	全通後	増減
新宮以西	御坊一紀伊田辺	7	5	△2
	紀伊田辺一串本	7	5	△2
新宮以東	新宮一熊野市	3	4	1
	尾鷲一紀伊長島	2	4	2
新宮以東	紀伊長島一多気	1	3	2
		2	4	2

(2) 設備の増強

a) 新宮駅の改良 紀勢線内の貨車組立駅は、主要組立駅として亀山、新宮、東和歌山を、補助組立駅として紀伊長島、紀伊田辺を選んだ。従って新宮駅では貨車の取扱い数が表一10のごとく、昭和31年度の1日平均

176 両から全通後は 241 両に増加するので、仕訳線を在来の 4 線 530 m から 5 線 740 m に増強し、引上線 300 m×1 本を増設した。

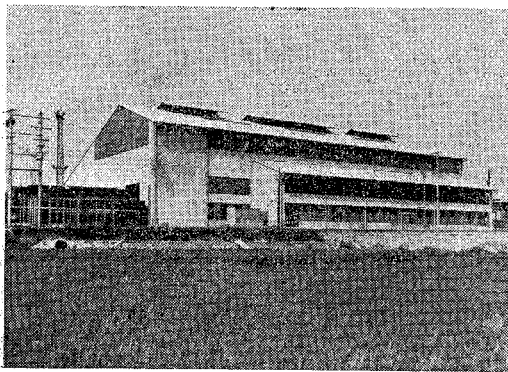
表一10 新宮駅貨車着発中継表

年 度	自	至				計
		和歌山 方へ	熊野市 方へ	熊野地 方へ	自駅へ	
昭和 31 年度 実績(1日平均)	和歌山地方より	6	30	15	35	86
	熊野市より	29	—	0	4	33
	熊野地より	15	0	—	2	17
	自 駅より	30	8	2	—	40
	計	80	38	17	41	176
昭和 34 年度 推 定	和歌山地方より	8	60	9	13	90
	多気より	55	—	7	28	90
	熊野地より	3	13	—	2	18
	自 駅より	10	31	2	—	43
	計	76	104	18	43	241

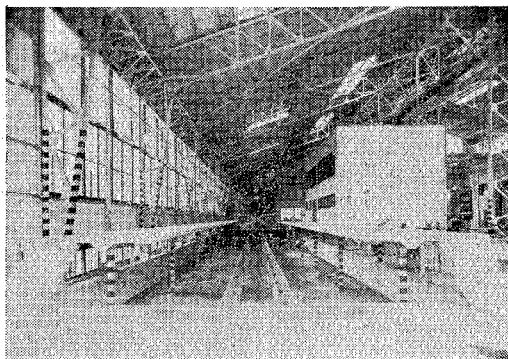
また列車本数の増加、特に始発、終着列車の増加、直通旅客列車の機関車付替えによる停車時分の増大等のため、着発線が不足するので、有効長 310 m のものを 1 線増設した。D.L. の給油および仕業検査を新宮で行うこととし、給油設備を新設した。

b) 亀山機関区の D.L. 設備新設 多気—新宮間のディーゼル化にともない D.L. 基地を亀山におくこととした。機関車の配置両数は 表一11 のごとくなり、亀山は D.L. が 20 両増えるので現在の設備では不足することとなり検修庫その他を新設した。また機関車はロングランにより使用効率を高め、長島機関区を廃止して乗務員の

写真—8 亀山 D.L. 機関区検修車庫



写真—9 亀山 D.L. 機関区交番検査杭



みを配置することとした。

検修庫は 写真—8,9 に示すような 35×48.3 m の鉄骨スレート造 1 棟であるが、将来別に仕業検査用の仕業庫を新設する予定である。検修庫内には中央に職場を設け交検線および修繕線から自由に出入りできるようにし、事務室にディーゼル機関音を防ぐため防音装置を施した。

表一11 全通にともなう機関車配属両数の変移

機 関 区	型 式	全 通 前	全 通 後	備 考
新 宮	C-58	9	8	紀勢線関係のみ
	C-11	3	2	
亀 山	DF-50	0	20	
長 島	C-11	13	0	

検修用ピットは交番検査用 42.4 m×1 本、局検査用、区修繕用のおおの 25 m×1 本を設けたが、特に交検坑は 写真—9 に示すように、ピット内で立つて十分作業ができるように深くかつ巾を広くし、車体外側には初めての試みとして作業台を交検線の全長にわたって設けて点検修繕に便利なようにした。機械設備としては 7.5 t のオーバーヘッドクレーン 1 基、60 t のリフティングジャッキ 1 組、万能工作機 1 組を設け、そのほか地下貯油槽、諸建物の新設、改築を行った。

c) 新宮以東各駅の設備増強 前に述べたように全通後の新宮以東の輸送量増加はいちじるしく、このため各駅の有効長延伸、待避線の増設、信号保安設備の新增設等を実施した。またこれらの各駅における作業量の増大にともなう要員増加を最小限にとどめるため、てこ集中等の合理化を同時に施工した。

## 5. あとがき

この全通によりもたらされた効果を考えてみると、

(1) 陸の孤島と称せられていた地元民の長年の悩みが解消し、この地域の経済、文化の発展に寄与するところ大である。

(2) 輸送経路はいちじるしく短縮され、例えば新宮、東京間約 17 時間、3 等片道運賃 1 190 円が、約 12 時間、1 030 円となり、新宮—東京間木材 1 t 当り 2 009 円が 1 633 円となる。

(4) ディーゼル化により経営の合理化が推進されるとともに煤煙のなやみからも解放され、沿線の豊富な観光資源と相まって一大観光ルートとなる。

(4) 営業収支はいちじるしく改善され、天王寺鉄道管理局の計算によると昭和 32 年度 7 億 1 600 万円の赤字が全通した昭和 34 年度には 2 億 9 500 万円に減る予定である。事実、全通後の輸送成績は伊勢湾台風で相当の損害をこうむつたものの、予想を上まわるすばらしいもので、今後の発展が期待されている。



### 偏差と残差

よく似た言葉で混同されることが多い。実は全く異なる概念であり、むしろ偏差と残差を区別することから、近代統計学が始まるときさえ考えられる。

日本工業規格ではちやんとこの二つの言葉を区別して使っており、JIS Z 8101「品質管理用語」では

偏差：deviation 測定値とその期待値との差

残差：residual 測定値とその期待値の推定値との差と定義し、JIS Z 8103「計測用語」ではさらにこれをわかりやすくして

偏差：測定値から母平均を引いた値

残差：測定値から試料平均を引いた値

としている。つまり測定値を  $x_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 母平均を  $\mu$ 、試料平均を  $\bar{x}$  とすれば

$$\text{偏差} = x_i - \mu$$

$$\text{残差} = x_i - \bar{x}$$

でこれを標的にたとえてみれば弾痕がみな右にそれているとき、各弾痕の標的の中心からの距離が偏差であり、各弾痕の弾痕の中心からの距離が残差ということになる。

この二つの区別が近代統計学の出発点になるという意味は、例えば偏差の2乗の和、偏差平方和を標本の大きさ  $n$  で割った  $\sum(x_i - \mu)^2/n$  は母分散  $V[x] = E[(x - \mu)^2] = \sigma^2$  のかたよりのない推定値であるが、 $\mu$  が一般にわからないために  $\bar{x}$  を代りに用いた残差平方和を  $n$  で割ったもの、つまり  $\sum(x_i - \bar{x})^2/n$  は母分散のかたよりのない推定値とならず、実は残差平方和を  $n-1$  (これを自由度という) で割つたいわゆる不偏分散  $V = \sum(x_i - \bar{x})^2 / (n-1)$  が母分散のかたよりのない推定値となり、この  $V$  を用いて厳密な統計処理をすることが近代統計学の出発点となつているからである。

### 精 度

精度という言葉はいろいろな意味に用いられている。概念が人によつてまちまちでは、はなはだ不便なので日本工業規格ではこのたび JIS Z 8103「計測用語」の中で定義を与えた。それによれば精度という言葉に対応する英語がないことになつている。

そんなことはない accuracy という言葉があるではないかと反論される方もあろう。残念ながら accuracy に対応する言葉は正確サまたは正確度である。それでは precision という言葉はどうであろうか。これも残念ながら精密サまたは精密度に対応する言葉で、無理に精度に対応する英語をもつてくると accuracy and precision

ということになる。JIS によれば

正確サ(正確度)：accuracy カタヨリの小さい程度

精密サ(精密度)：precision バラツキの小さい程度

で精度とはこの二つの総合概念ということになる。そこで精度ということをもつともよくあらわした例としては品質管理などによく用いられる  $\bar{x}-R$  管理図が最もわかりやすいであろう。 $\bar{x}-R$  管理図とは測定値を合理的な群に分け、その群の算術平均値を  $\bar{x}$  管理図に、群の中の最大値と最小値の差、つまり範囲を  $R$  管理図にプロットしたものであるが、この場合、 $\bar{x}$  管理図によつてカタヨリの小さい程度つまり正確度を、 $R$  管理図によつてバラツキの小さい程度つまり精密度を管理し、この二つの管理図は常に組合わせて用い、総じて  $\bar{x}-R$  管理図によつて精度を管理するものであると説明することができる。

### I E

戦後いろいろな略語が登場したがその中で、日本語に適当な訳語がないため止むを得ずアルファベットのまま使われているものも多い。OR が作戦研究とか政策研究などとやつてみてもどもピッタリこないのが結局 OR といわれているのと同様に、IE も経営工学とか産業工学とか訳されているが、やはりいま考えられている概念にピッタリこないのが IE と呼ばれている。

IE とは Industrial Engineering の頭文字をとつたもので、現在まだ発展段階にあるために定義そのものもいろいろに与えられているが一応もつともらしい定義をつけてみると「IE とは人、資材、設備等の経営的生産要素の総合組織に対し、合理的な計画・改善・実施を行なうために、工学的な分析・計画手法や、数学・物理学等の基礎科学の知識、および各種の専門的技術を応用する管理科学である」ということになろう。

むしろこのように発展段階にあるものは内容を列挙した方が手つとり早いがテラーの時間研究、ギルブレスの動作研究等現場の作業を対象として出発したいわゆる科学的管理法に工程計画、設備計画、原価管理、人間関係 (HR)、品質管理 (QC)、OR などの新しい手法が加わつて、総合管理技術としての IE にまで発展してきているものである。

アメリカでは、機械、電気、化学などそれぞれ固有の技術者17人に対して1人の割合でIEの専門家がいていわれる。日本でも逐次、方法改善、作業測定、工程管理、品質管理、標準化等の管理技術を主要任務とする技術者が増加してきており、建設事業分野でもIEの各種手法の普及が望まれる。

【建設省土木研究所 中村・記】