

山陽新幹線（新大阪—岡山間）の建設工事を終って

高橋 克 男*

1. はじめに

山陽新幹線・新大阪—岡山間約 165 km は、昭和 47 年 3 月 15 日を営業運転開始の目標として、この 11 月から練習運転列車の運行が開始されるはこびとなった。

開通の暁には、新大阪—岡山間はちょうど 1 時間、東京—岡山間は直通「ひかり号」で 4 時間 10 分と大幅な時間距離の短縮が達成され、岡山付近はもとより、伯備線経由による米子・松江地区や、快速列車乗継ぎによる四国の高松地区も大きな恩恵を受けることとなろう。

本区間の建設工事は、昭和 42 年 3 月に着工されてから同 46 年 8 月のレール締結式に至る間、実工事期間は約 4 年 6 か月を要した。

この間、通過絶対反対を強硬に主張され、路盤工事完成予定期日のわずか半年前によく用地交渉の妥結を見た新大阪以西地区における高架構造の急速施工、わが

国トンネルの難工事史に新たなページを加えた六甲トンネル（延長 16.250 km——日本最長——世界第 3 位）の断層破砕帯、ならびに含水地帯突破工事、良質な岩質に恵まれ快進行を続けた帆坂トンネル、2000 kg/cm² の堅岩に挑んだ西庄トンネルの導坑用 R.T.M.、本邦初演にして世界最大の全断面機械掘削に成功した高塚山トンネル（延長約 3 km）のビッグ・ジョン、騒音振動等の軽減を考慮した高架構造、カンチレバークロック工法により工程を確保した加古川 P C 橋梁、画期的な軌道構造として斯界の注目を集める、メンテナンスフリー型のスラブ軌道等々の新工法・新設計を数多く取り入れ、総工費 2300 億円で完成に至ったものである。以下、工事の内容について、その概要を報告する。

2. 計 画

山陽本線・大阪—岡山間は、昭和 40 年当時 1 日 274

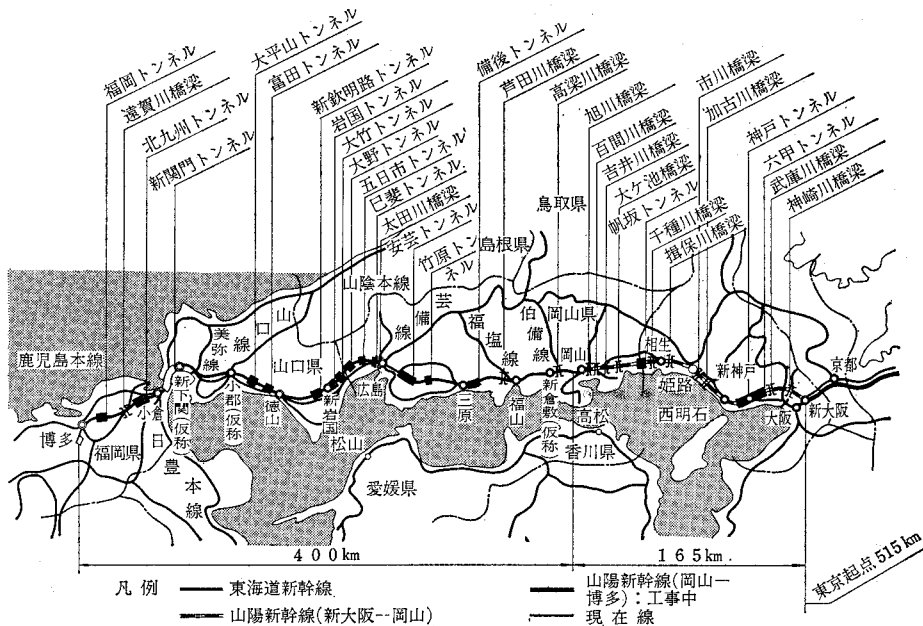


図-1 山陽新幹線線路略図

* 正会員 日本国有鉄道新幹線建設局 局長

～286回(上・下計)の列車回数に達し、すでに輸送能力の限界に近い輸送を行っていたため、国鉄第三次長期計画の一環として新大阪―岡山間に東海道新幹線を延長した山陽新幹線を建設することとなり、昭和40年8月運輸大臣に建設についての認可申請を行ない、同年9月認可を得た。続いて昭和41年5月に約2km幅の線路経過地と設置駅についての認可を得、概略ルートを発表し、41年3月に六甲トンネルなどに着工した。山陽路は六甲山系・中国山脈が海にせまり、人家は瀬戸内沿岸の平地部に密集しており、ルートは市街地を避け山間部を通ることになり、表-1に示すとおり東海道新幹線に比ベトンネルの占める割合が大きく、平野部の少ない山陽地方の特色を示している。

表-1 線路構造物構成割合

区 分	山陽新幹線 (新大阪―岡山)		東海道新幹線 (東京―新大阪)		山陽新幹線 (岡山―博多)	
	延長(km)	百分率 (%)	延長(km)	百分率 (%)	延長(km)	百分率 (%)
切 取	4	2	44	9	33	8
盛 土	8	5	230	45	57	15
高 架 橋	90	49	116	22	85	21
橋 梁	15	9	57	11	15	4
トンネル	58	35	69	13	210	52
全 長	165	100	516	100	400	100

また、建設基準については、東海道新幹線の建設基準が制定されてから5年以上経過しているもので、その間の技術の発達と、東海道新幹線開業後の種々の経験を生かし、より進歩した鉄道の建設をめざして山陽新幹線の建設基準が決定された。

計画最高速度は開業当初は、東海道新幹線と同様200km/hで計画されているが、山陽新幹線では粘着鉄道方式の限界に近いとされている250km/hの最高速度への可能性を、考慮することとなった。将来、最高速度を250km/hまで向上させた場合、東京―博多間の到達時間は5時間50分と想定され、200km/h運転の場合の6時間40分に比べて50分短縮されることとなる。しかし、250km/h運転のためには、線路・電気等の設備、および車両構造など検討を要する問題があり、当面は200km/h運転で計画を進め、土木構造物については250km/hの高速化の可能性を阻害しない設備とした。

建設基準は以上のことを勘案して、曲線半径・勾配・

表-2 建設基準主要事項

区 分	山陽新幹線	東海道新幹線
設計最高速度	(開業時)	210 km/h
最小曲線半径	4000 m	2500 m
最急勾配	15/1000	20/1000
縦曲線半径	15000 m	10000 m
軌道中心間隔	4.3 m	4.2 m
施工基面幅	11.6 m	10.7 m
レール重量	60 kg/m 程度	50 T (53.3 kg/m)

施工基面幅などについて検討され、表-2のとおり決定された。

曲線半径については、列車が250km/hで曲線を通過するときの遠心力とカントの設定値などをもとに、転覆に対する安全性および乗客の乗心地を考慮して最小曲線半径を4000m(やむを得ない場合3500m)とした。

勾配については、電車の主電動機の温度上昇を実用上支障しない程度に押えることを目標に、10km間の平均勾配を12/1000以下とし、最急勾配を15/1000とした。

3. 施 工

工事は、昭和42年3月発注した六甲トンネル工事を初めとして、全延長165kmを163の工区に分け、まず全体工程を制する長大トンネル・長大橋梁・停車場から逐次発注し、45年にはP.C.桁などを除いて全線の工事に着手した。その工事工程は図-2のとおりである。一方、これを工事費からみれば、年度別工事費は表-3のとおりであり、用地買収がほぼ終了した45年度がピークとなっている。

表-3 工事費推移表

(単位:億円)

種 目	年 度	43	44	45	46	47	計
	昭和42まで						
用 地	8	111	184	224	43	21	591
主 体	35	158	431	551	163	0	1338
軌 道	0	0	7	65	44	0	116
電 気	0	1	6	127	116	0	250
計	43 (2)	270 (12)	628 (27)	967 (42)	366 (16)	21 (1)	2295 (100)

注: () 内は百分率を示す。

全線を通じて工程上最も大きな隘路となった区間は、六甲トンネルと阪神3市であり、とくに阪神3市においては、用地買収・設計協議がきわめて難航したため、発注後、施工中止の手続きをとらざるを得なかった。したがって、この地区の用地取得期日の遅延によっては、開業開始時期に影響を及ぼすものと憂慮されたが、完全ともいえる工程管理の実施、工事の機械化により所要の工期内に完成することができた。

(1) 用地取得

山陽新幹線・大阪―岡山間165kmのうち用地取得を要する部分は約102kmであり、その所要面積は約275万m²で沿線関係権利者は約8500名の多数にのぼった。本事業は昭和41年5月概略ルート発表以来、沿線1府2県21か市町村の自治体ならびに、関係地元民に対する事業説明会をもって開始され、用地補償説明会・現地立入り・調査測量・補償協議等を経て、本線敷の用地

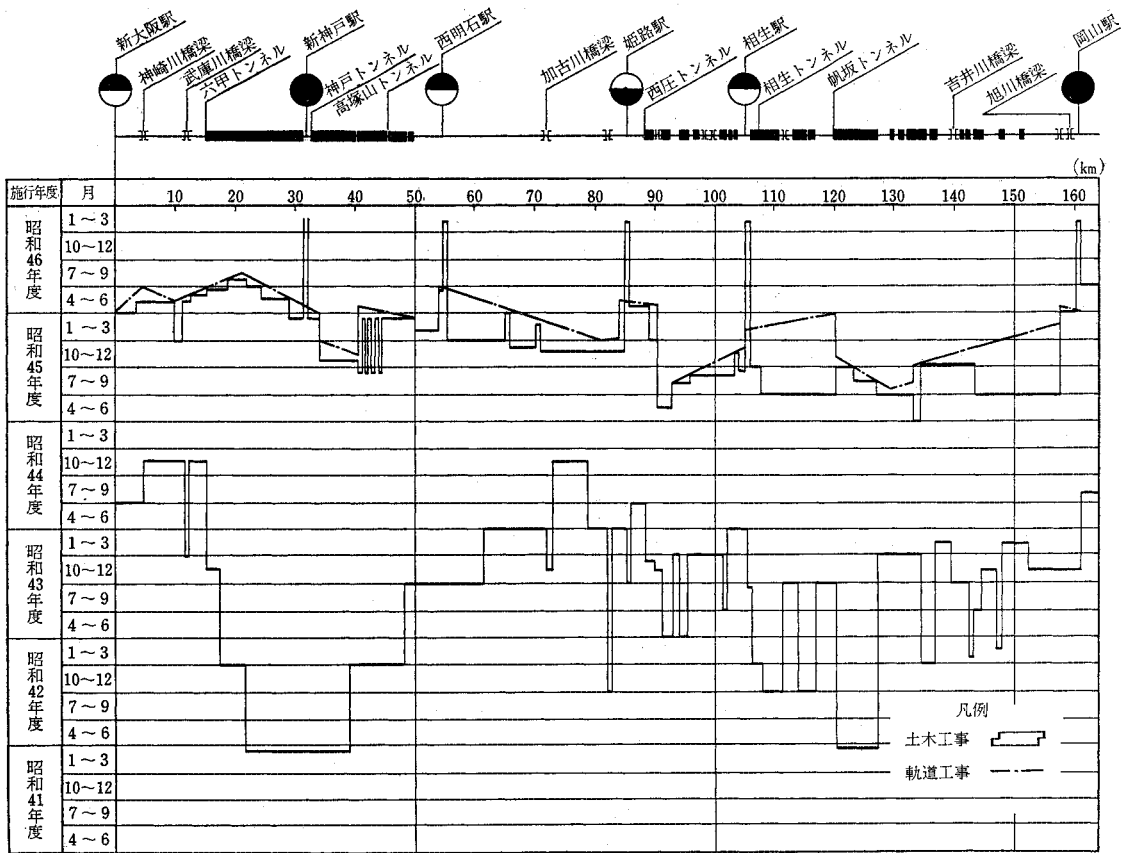


図-2 工事工程表

については昭和46年3月、その全線の取得完了をみたのであるが、その完了に至る道程は決してなまやさしいものではなく、用地担当者約90名(最盛期)の昼夜を分かたぬ努力と技術担当者の協力による全局あげての取得体勢により、その成果をみたものである(表-5.6参照)。山陽新幹線沿線は、東海道ベルト地帯につぐわが

国の重要産業地帯で、阪神工業地帯・播磨工業整備特別地域・岡山県南新産業都市等を擁し、新幹線ルート縦断は設計協議問題等用地の取得にあたっては、当初から難航することが予想された。その主たる問題点は、高速列車による騒音・振動等の公害問題である。この問題をめぐって、沿線関係者は環境保全の立場から当初はルートの変更を要求したが、のちに緩衝地帯の設置要求となったものである。東海道新幹線建設の際には、地域シャ断に対する対策が地元要求の主たるものであったが、山陽新幹線の場合は、東海道新幹線開通後の沿線に及ぼす影響の実態ならびに、近時公害に対する社会的認識の高まりと相まって、騒音・振動等の対策を強く要求された。なかんずく、阪神間に所在する尼崎・伊丹・西宮等の各市は、京阪神工業地帯のベッドタウンとしての開発が進展中であつたため、その要求も、他の地区に比べかなり過大であり、この問題の解決なくしては、現地の立入り調査・測量はいっさい許さないとの強い態度であつた。国鉄としては、新幹線建設事業の公益性・緊急性等をPRするとともに、最新の技術を導入して、騒音・振動の防止・軽減に努力し、かつ本線の両側または片側に4mの側道を設置する等の対策を講じた結果、建設省・

表-4 用地取得内訳表

区分	面積 (1,000 m ²)	百分率 (%)
本線部分	1 774	65
車輛基地その他	430	16
側道	546	19
計	2 750	100

表-5 用地取得実績表(契約)

年度 (昭和)	面積 (1,000 m ²)	金額 (億円)	百分率
42	72	9	2
43	1 134	122	21
44	1 073	190	33
45	387	216	38
46	84	33	6
計	2 750	570	100

県・市町村の協力、地元民の理解により、昭和 42 年後半に至り、ようやく現地の立入り調査・測量が可能となり、また上述の阪神 3 市も昭和 45 年 3 月現地に立入りの了解を得、用地取得も軌道に乗ることを得たものである。この騒音・振動等の公害問題は、山陽新幹線のみの問題ではなく「公共事業の施行と地域社会の環境保全との調整」という大きな問題であり、その対策もひとり起業者のみに負わせることは、今後の公共事業の施工上・財政的にも大きな障害となることは明らかであるため、国・地方自治体・国鉄の三者が協議のうえ、国家的見地から総合的な調整をはかり、あわせてその財政的措置を講ずる方向で対処してゆくべきではなからうかと思われる。次に用地取得上の問題点についてかえりみると、

- ① 区画整理事業との調整。
- ② 公害問題をめぐる協議にかなりの時間を費やしたため、用地取得の行程が大幅に変更をきたした。
- ③ 工場の移転が多く、補償の査定にあたり、きわめて高度な専門的知識が要求された。
- ④ 収用法の適用については 10 件の裁決をみたが、まだその活用が十分とはいえない。

等、今後用地取得にあたり、なおいっそうの業務の合理化・計画化をはかる必要がある。

山陽新幹線・新大阪一岡山間の建設もすでに練習運転の時期に入り、昭和 47 年 3 月開業を目前にひかえる運びとなったが、用地取得については、本区間で得た幾多の経験を、今後の新幹線建設の業務推進に資すべきであろう。

(2) 路 盤

a) トンネル

表-1 で示したように、新大阪一岡山間のトンネル延長は 58 km で、その本数は 31 本に及んだ。長大トンネルは六甲山系を貫く六甲トンネル (16.25 km) 神戸トンネル (7.97 km) と兵庫一岡山県境を貫く帆坂トン

ネル (7.59 km) で、トンネル総延長の 50% 以上を占めている。

地質は大別して六甲付近の花崗岩と姫路以西にみられる凝灰岩類に分類できるが、六甲山地は幾本もの著しい衝上断層が走っており、花崗岩の節理も多く、深層風化の程度も著しい。これに対して、姫路以西は凝灰岩類を主体とし、節理は少なく、湧水量も僅少である。

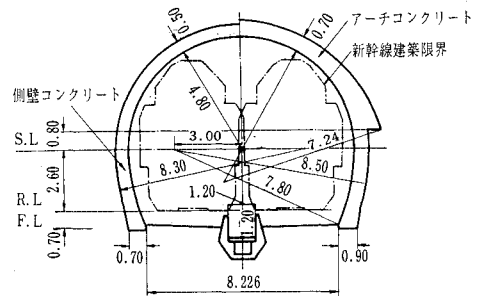


図-3 トンネル標準断面図

トンネル断面は将来の 250 km/h 運転を考慮して 図-3 に示すようにした。これは東海道新幹線の曲線型断面に近いものであるが、山陽新幹線では最小曲線半径の増大と緩和曲線長の増加、さらに曲線区間の延長がトンネル全延長の 1/3 を越えるので、施工上の見地から内空断面を曲直両用の一種類とした。支保工は 150 H, 175 H, 200 H の 2 ピースによる鋼アーチ支保工を標準とし、一部試行的にロックボルト工を用いた。巻厚は 50, 70 cm を基本とし、断層破砕のような特殊の場合は 90 cm とした。なお、アーチ部の反力を側壁部の足付けにより確保する工法を標準として、原則として「アゴ」をなくした。

施工は標準断面・標準設計に基づいて行なわれたが、主要トンネルの工事概要は表-6 に示すとおりである。

表-6 主要トンネル工事概要

トンネル名	延 (m) 長	地 質	工区数	作業坑	掘 削 工 法	平均月進 (m/月)	概算工事費 (万円/m)	記 事
六 甲	16 250	花 崗 岩	7	6	底導上半工法 側導上半工法 特殊工法	56~117	113	{ ウェルポイント 3 000本 調査坑 1 730 m 迂回坑 3 000 m 大孔径ボーリング 14 000 m
神 戸	7 970	花 崗 岩 神 戸 層 群	3	3	底導上半工法	66~100	80	
須 磨	2 388	神 戸 層 群	1		底導上半工法	77	79	ボックスラーメン 360 m 含む
高 塚 山	3 264	神 戸 層 群 大 阪 層	1		全断面工法	102	87	ビックジョン使用
西 庄	1 070	流紋岩質凝灰岩	1		底導上半工法	40	65	ボーリングマシン使用
相 生	3 989	流紋岩・安山岩	2		底導上半工法	59~84	57	
赤 穂	2 146	流紋岩質凝灰岩	1		底導上半工法	67	61	
大 津	1 018	流 紋 岩	1		底導上半工法	57	64	
帆 坂	7 588	流紋岩質凝灰岩	2		底導上半工法	80~95	54	
第一片上	1 613	凝灰岩質流紋岩	2		底導上半工法	31~39	68	
妙 見 山	1 489	凝灰岩質流紋岩	2		底導上半工法	42~49	70	

長大トンネルは全体の工期を大きく左右すると考えられたので、工期・地質・作業坑設定条件などを考慮して工区割を行ない、工法は大部分底設導坑先進上部半断面工法を採用したが、六甲トンネルの地質不良箇所では側設導坑先進上部半断面工法や特殊サイロット工法が採用された。反面、相生トンネルのような堅岩地帯では、きのこ型工法が採用された。また、最近トンネル工事が急増し、それに伴う労務事情の悪化により工事の省力化・工期短縮などの面から機械化施工が取り上げられる傾向にあり、高塚山・西庄両トンネルでは本格的な機械化掘削工法を採用した。

これらの工法ならびに地質の相違などから、本坑の着手から竣工（中央通路完成）までの平均月進を比較してみると 80 m(1工区当り)前後となる。高塚山トンネルの平均月進が 100 m であったことは、この機械化施工に今後大きな期待がかけられる。また、難工事の六甲トンネルの場合、地質不良にもかかわらず平均月進 80 m 前後を確保し、所定の工期で完成し得たことは、技術力の進歩もさることながら、工事関係者の熱意と努力のたまものであったといえよう。工事費（本坑以外を除く）は地質の相違によって変化しており、六甲トンネルが最貴で約 110 万円/m、姫路以西の堅岩トンネルの場合は、ほとんど 50~60 万円/m である。

31 本のトンネル工事完成をかえりみて特筆すべき事例は、丹那トンネルに匹敵する難工事であった六甲トンネルと、工事の省力化に大きな成果をあげた機械化施工であるといえよう。

① 六甲トンネル：六甲トンネルは7工区に分けて施

工されたが、各工区とも無数の断層破砕帯に遭遇した。とくに甲陽・芦屋・渦ヶ森・五助橋・寒天橋・大月・土橋・布引・諏訪山などの大断層は、工事の進捗を大きく妨げ、工区別では上ヶ原・芦屋・鶴甲が最大の難工事であったといえよう。

上ヶ原工区では未固結の含水砂層に遭遇し、加えて土かぶり薄い地表には人家が密集するという悪条件が重なった。このままの条件下で掘削することはきわめて困難であると判断し、地下水位を低下させるために頂設導坑を掘削のうえ、高さ 6.5 m のウェルポイントを 1 m ピッチに打込み揚水し、その後本坑は 2 段サイロット工法を主体として工事を完成させることができた。

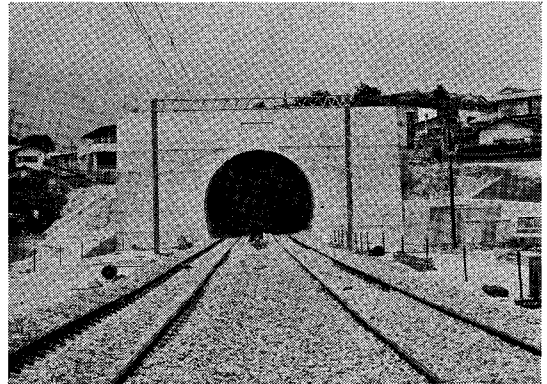


写真-1 完成した六甲トンネル

芦屋工区は斜坑掘削半ばで遭遇した幅 10 m の断層破砕帯突破が最大の難工事であったといえよう。3 t/min の土砂を含む大出水は瞬時にして 200 m 以上の土砂で

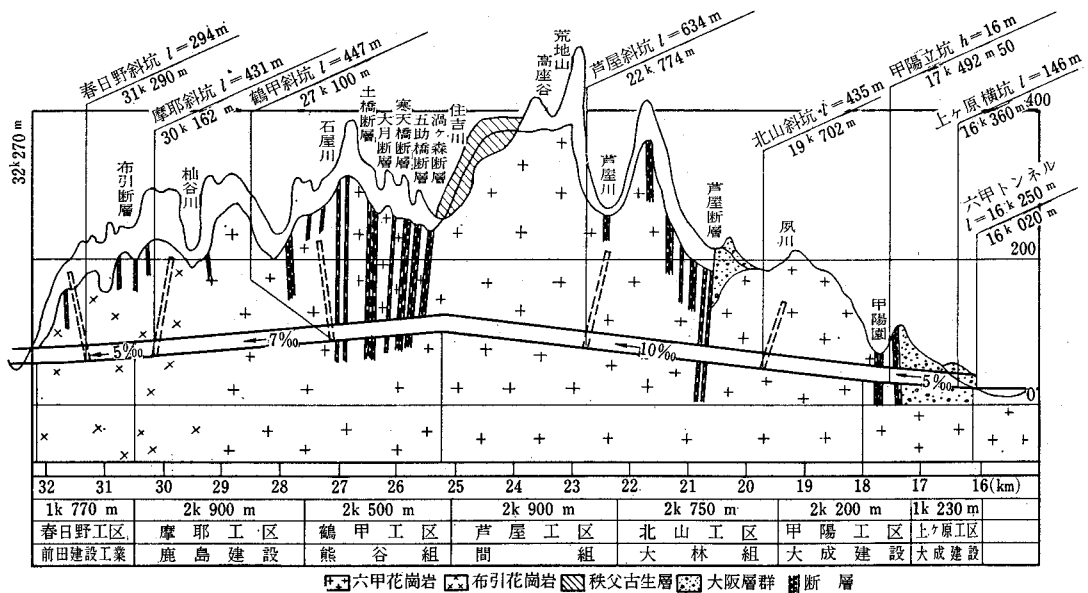


図-4 山陽新幹線六甲トンネル縦断面図

斜坑内を埋没させた。この断層破碎帯は 20 kg/cm^2 以上の高圧滞水層を含んでいるため水抜ボーリングはジャーミングをおこし、突破工法は薬液注入を行ない、その後斜坑の左右に調査坑を掘進させ、土砂流出により阻まれた場合は、さらに左右に調査坑を掘進させ地下水位の低下をはかった。斜坑は坑導式掘削方式を採用し、断層区間を一気に突破するのに実に 10 か月を費した。

鶴甲工区は斜坑掘削中、芦屋斜坑と同様、断層破碎帯に遭遇したが、約 4 か月半を費し、15 m の断層を突破した。本坑は大月・五助橋などの大断層と斜交するためにその区間は側壁導坑先進上部半断面工法を採用した。しかしながら、側壁先進した大断層の地質調査ボーリングを行なった結果、 23 kg/cm^2 の地質軟弱高圧滞水層の存在が明らかとなったので、地下水の低下をはかるため、本坑の左右に本坑側壁から 20 m 以上離して調査坑を先進した。掘進には薬液注入を行わず、大孔径ボーリングを併用して水抜迂回坑とした。本坑は薬液注入を行ない、導坑を掘進して各大断層を突破した。この間、大月断層 1000 m の掘進に 16 か月、五助橋断層 450 m の掘進に 5 か月を費した。

② 機械化施工：新大阪一岡山間のトンネル工事で本格的な機械化施工の開発を目的に、画期的な工法として高塚山トンネルにビッグジョン、西庄トンネルに R.T.M. が採用された。おのおの設計断面は 図-5.6 に示すとおりである。

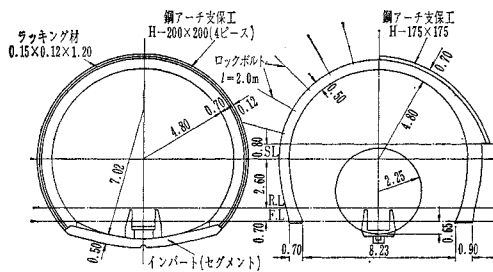


図-5 高塚山トンネル断面図 図-6 西庄トンネル断面図

高塚山トンネルの地質は神戸層群と大阪層群により大別され、神戸層群は軟岩で岩石の圧縮強度は $100 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$ 、大阪層群は N 値 $20 \sim 80$ の砂礫層が主体である。この大阪層群から掘削して、湧水を伴う 300 m^3 以上の土砂崩壊に数回遭遇しながら種々の手段を講じて難関を突破した。この間、日進最高 24 m ・月進最高 400 m ・平均月進 200 m の記録を樹立した。神戸層群に入って途中から節理が少なくなり、ゆるめ発破を併用した。さらに、反対坑口から中央導坑迎え掘りを行ない、ゆるめ発破併用でビッグジョンによる掘削を行なった。この間の平均月進は 210 m で、全断面掘削延長約 3000 m

を平均月進 200 m 以上という記録を得たことは、今後の機械化施工に大きな期待が寄せられるといえる。

西庄トンネルの地質は、ほとんど流紋岩質凝灰岩で、岩石の圧縮強度は $500 \sim 2000 \text{ kg/cm}^2$ 、比較的節理が少なく、いわゆる「しわい岩」である。

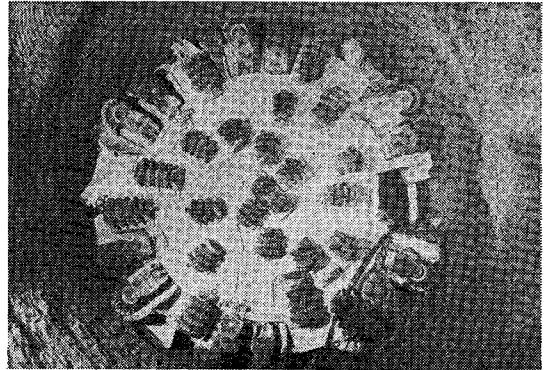


写真-2 R.T.M. で掘削した西庄トンネルの導坑

この比較的堅硬な地質に R.T.M. を採用したことは、トンネル工事の省力化と比較的堅硬な地質への適用範囲の把握、さらに大断面掘削用の R.T.M. 開発など幾多の技術的諸問題を究明する必要からであった。掘削実績は当初機械カッターなどの初期故障が発生し、各部の改造を重ねて日進最高 15.5 m の記録を樹立した。掘削総延長は約 550 m である。この種の地質に対して、当初カッターの選択とカッターライフの査定にきわめて困惑したが、後半においては純掘進速度 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/h}$ の範囲内に安定した。しかしながら、稼働率の向上、方向制御など問題点も多く、今後、本格的な R.T.M. 工法を採用するために貴重な試験記録、データなどを解析中である。

b) 橋 梁

橋梁延長は約 14 km で、その種別を表-7 に示す。東海道新幹線と比べて、鋼橋にかわって PC 桁が主体を占めており、橋梁延長の約 70% となっている。これは、列車通過時の騒音をできる限り低減させるためとメンテナンスフリーを考慮して、有道床 PC 桁を多く採用したためである。

表-7 桁種別一覧表

桁種別	延長 (km)	割合 (%)
鉄 桁	0.6	4
合 成 桁	1.5	11
P C I 形 桁	4.9	34
P C 箱 形 桁	4.8	34
R C 桁	2.5	17
計	14.3	100

長大橋梁は、ほとんど支間 $30 \sim 74 \text{ m}$ の PC 複線箱

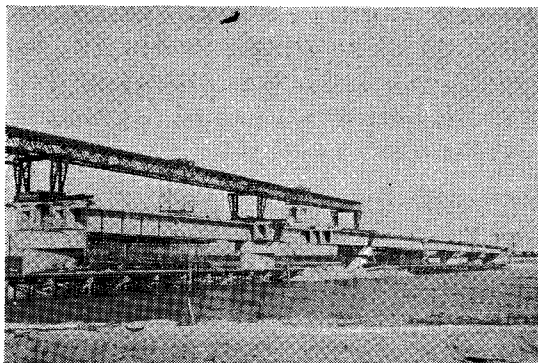


写真-3 桁架設工事中の加古川橋梁

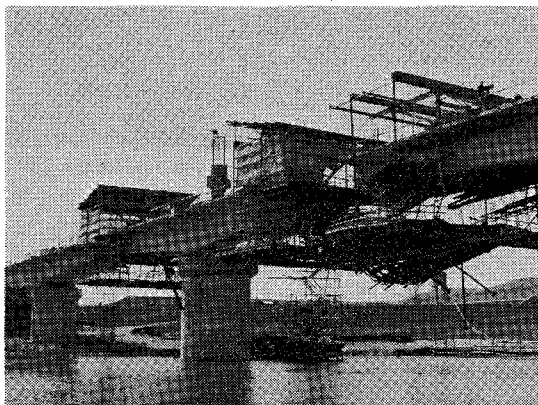


写真-4 ディビダーク工法で架設された旭川橋梁

形断面桁で、工法は河川状態・施工時期などを考慮して決定された。とくに PC 箱形断面桁の代表的な橋梁として、加古川・吉井川・旭川の3橋梁があげられる。

加古川橋梁（橋長 581 m）は支間 55.6 m で河川管理上・流水部全面に支保工を構築することが許されなかったこと、さらには工期の短縮をはかるため、フレッシュ方式によるプレキャストブロックカンチレバー工法を採用した。本橋は3径間の連続単線箱形断面で、3~4 m の大きさ、約 40 t の桁ブロックを製作ヤードでつくり、エレクショントラスを利用して架設地点まで運搬し、左右側径間半スパン部は支保工上で場所打ちコンクリートにより、中央径間部は接着剤によってブロックの結合を行ない、約 10 か月で架設を完了した。

吉井川橋梁（橋長 670 m）は支間 73.2 m の2径間連続桁で新大阪一岡山間の最長橋梁である。本橋は支保工架設が可能であったため、最も経済的である集中配置をしたストランドを同時に緊張するレオンハルト工法で

施工した。

旭川橋梁（橋長 260 m）は河床から施工基面までが高く、支保工に工費を要することから、ディビダーク工法を採用し、5径間連続桁（ $48.85+3\times 55.2+48.85$ m）として施工した。

e) 高架橋

高架橋の延長は約 82 km で、線路延長に対する割合は東海道新幹線に比べて著しく増加している。したがって、大量施工による標準化が要求され、図-7 に示すように、2線2柱式鉄筋コンクリートビームスラブ式ラーメンで両端に 3 m の張出し部を持つスパン 8 m の3径間ラーメン高架橋を標準高架橋として採用した。標準高架橋の基礎は一般に独立フーチングを用いたが、地盤が不良な場合は横方向連結フーチング・縦方向連結フーチング・剛結フーチングなどを用い、いずれも地盤反力 30 t/m^2 以上を確保した。既成杭を用いる場合は $\phi 30\sim 40 \text{ cm}$ の RC 杭または PC 杭とし、いずれもモーメント杭として特殊配筋したものを用いた。

高架橋工事の特色としては用地買収で難航した阪神間の急速施工があげられる。用地買収時期を考慮して綿密な工程管理により、しかも合理的に、用地解決からほぼ 6 か月で約 10 km の高架橋を完成したことは関係者の熱意と努力によるものといえよう。

また、高架橋工事はトンネル工事と同様に労働力不足

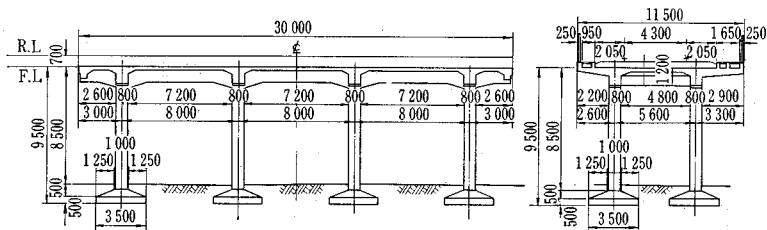


図-7 山陽新幹線高架橋標準図

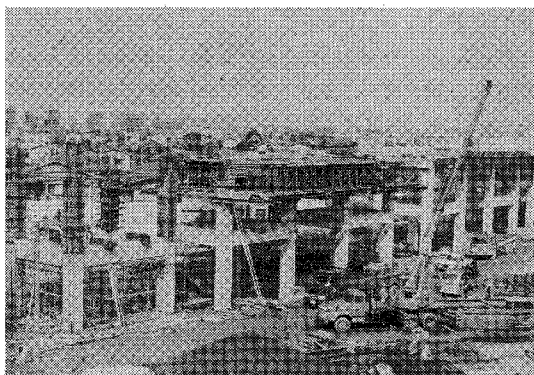


写真-5 桁式による高架橋工事

による機械化施工の傾向が現われている。とくに支保工はクレーンによる架設が主体となる桁式（ブラケットにH形鋼）が全延長の約70%程度占めている。さらに、一部では省力化、工期の短縮、施工性の安定などを考慮して、移動式型枠やトラベラー工法を採用した。

d) 土工

新大阪一岡山間の施工基面幅は、将来の夜行運転時の保守等を考慮して、作業通路を20cm広げて11.6mとした。その土工定規は図-8に示すとおりである。土工区間はトンネルの両坑口付近を主とし、延長は約12kmにすぎない。軟弱地盤は比較的少なく、地盤はおおむね良好であった。盛土材料はトンネル掘削によって発生する、凝灰岩・花崗岩などの硬岩ずりがほとんどである。締固め機械は、とくに振動ローラーが効果的であった。のり面は、盛土材料が岩ずりの場合、岩座張りとした。また、切取区間で噴泥が生じやすい場合等は、所定の置換えを行なった。

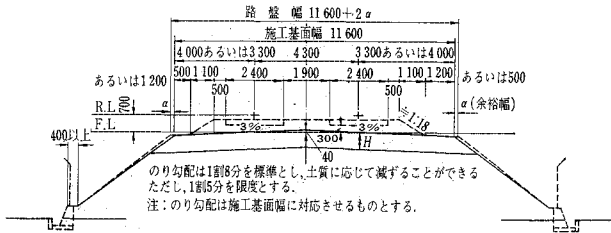


図-8 山陽新幹線土工定規図

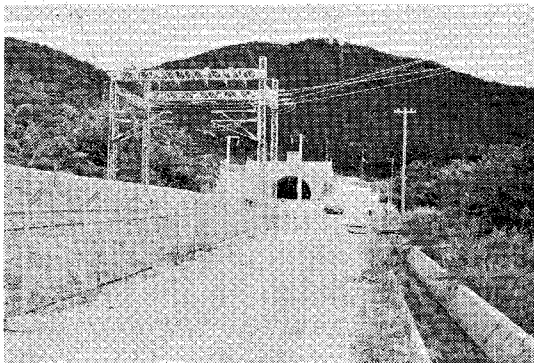


写真-6 トンネル坑口付近の盛土

(3) 停車場

新幹線の停車場は基本的には在来線の停車場と異なる

ところはないが、高速運転であるため、とくに安全運転に対して考慮を払った配線となっている。すなわち、全列車停車場は島式の乗降場であるが、超特急通過駅については高速運転時の風圧等を考慮し、旅客の安全をはかるため通過線を真中にして、その外側に上下待避線乗降場を配した相対式の停車場とし、分岐器については18#可動撤叉を使用し高速運転に耐えうる設計とした。

駅設備については、ほとんどの駅が高架駅であるため高架下に駅務・接客部分を配したレイアウトとし、各種掲示類もデザインを統一し、照明効果も考慮して駅全体を、すっきりした感じを持たせるよう配慮した。

駅の配置ならびに配線は図-9に示すように本区間165km間に新神戸・西明石・姫路・相生・岡山の各駅を配し、平均駅間距離は約32kmとなっている。この駅間距離は東海道新幹線の平均43kmに比較していくぶん短い。これは将来、東京一博多間における夜行列車運転の場合の単線運転の行き違いを考慮したためである。また、交差渡り線も各駅の前後に配しているが同じく単線運転時における保守間合確保のための綾織運転を考慮したためである。各駅の有効長の諸元は表-8のとおりである。

岡山駅は全列車停車場となるので島式ホームとし、新神戸駅は六甲トンネルと神戸トンネルとの間の狭隘な箇所へ設けられたため熱海方式の待避線のない配線となった。その他の駅は相対式の配線とし、このうち姫路・相生の両駅は事故時など

表-8 山陽新幹線各駅諸元

駅名	新神戸	西明石	姫路	相生	岡山
諸項					
着発線					
線数(本)	2	2	3	2	4
有効長(m)	—	500	500	500	500
乗降場					
本数(本)	2	2	2	2	2
(面数)	(2)	(2)	(3)	(2)	(4)
幅員(m)	7~8	7	7~9.5	7	10
形式	相対	相対	混合	相対	島
長さ(m)	410	410	410	410	410
階段幅員(m)	4	4	4	4	4.5
乗降人員(人)					
(昭和50年)	15800	2900	14700	2500	44900
人/日平均)					
勾配	L	L(3)	L	L	L(3)
駅構内					
曲線半径	3000	4500	直	直	ホーム端(1000)

注：① 勾配の欄で(3)は一部3%もあることを示す

② 曲線半径の欄で(1000)は、一部1000mのところもあることを示す。

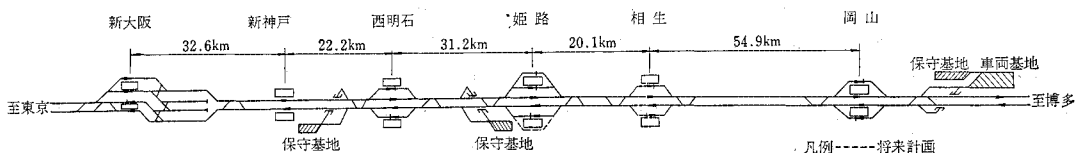
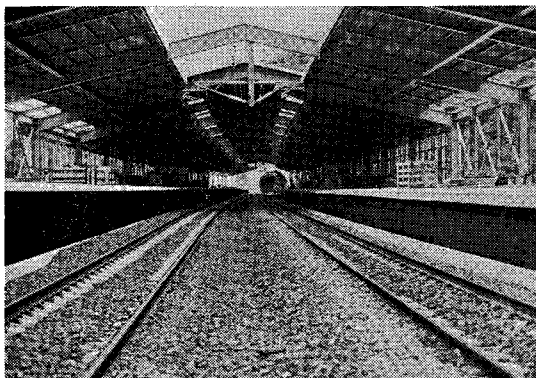


図-9 山陽新幹線・新大阪一岡山間配線略図

における運転整理などを考慮して将来、待避線増設可能な配線とし、このうち姫路駅の1線については開業時に必要なため上り待避線を新設することとした。



(六甲トンネル出口から神戸トンネル入口を望む)

写真-7 新神戸駅

また、岡山開業時点で増となる車両に対する検修は、主として東京・大阪の車両基地で処理できるので、岡山には仕業検査線1線（将来2線）ならびに電留線4線（将来7線）を備えた車両基地を新設した。

(4) 軌道

山陽新幹線の軌道構造はレールを60 kg/mとしたほかは東海道新幹線と基本的に変わっていない。60 kg/mレールは東海道新幹線の50 Tレールに比べると縦剛性が35%ほど大きくなっており、高速運転による軌道破壊量の増加に対処しうる。また、将来、現在よりも5 mmほどフランジの高い車輪が使用されることも考えられているので、これにも対応できるものである。

新大阪—岡山間（軌道延長約330 km）の軌道敷設工事は、昭和45年4月、伊里軌道工事区で着工して以来1年4か月を要し、46年8月に完了した。

軌道敷設工事はすべて基地から発進するように計画される。基地は施工速度・数量および期間などから設置箇所・規模・機械設備などが決定されるが、山陽新幹線では尼崎・西神戸・姫路・太子・伊里・岡山の6か所に設けた。

このほか工期短縮をはかるために、新大阪・武庫川・須磨に補助基地を設けた。

基地の作業はレール溶接（25 mレールをガス圧接機により6本つなぎ150 mレールにする）、軌きょう組立て（PCまくらぎを58 cm間隔に配列し150 mレールを取付けて軌きょうを組立てる）、バラスト積み込み（ダンプトラックまたは左来線で輸送されてきたバラストをホッパーに移し、広軌用ホキ車に積み込む）などの作業がおもなものである。

基地で組立てた軌きょうはコンパクターで所定の厚さに締め固められた下部バラストの上にモーターカー等で運搬・敷設した。その後ホキ車で上部バラストを散布し、道床つき固めなどの軌道整備を行なって完全なものとした。

軌きょう敷設工法として最も一般的に用いた工法は軌きょう吊上機による「つき固め工法」である。すなわち、基地で組立てた150 m軌きょうを10 t担車13両に積載し、軌道モーターカーで現場まで運搬し、軌きょう吊上機（6 t手動式門型クレーン）18台で吊り上げ、走行レール上を約150 m移動して所定の位置にすえつけた。この工法により平均400 m/日の施工速度が確保できた。

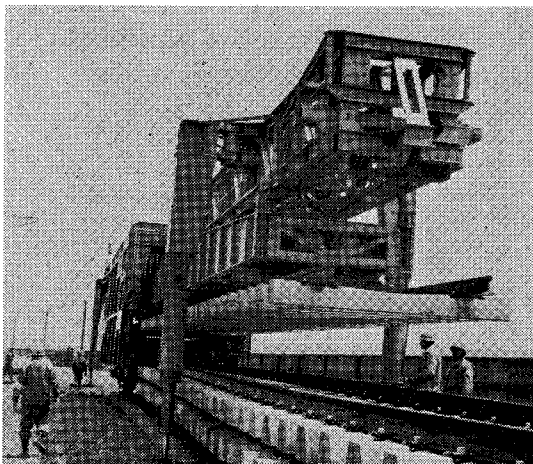


写真-8 プトル車

このほか特殊な工法としては、「軌きょう敷設車工法（プトル車工法）」、「特殊門型クレーン工法（デッケン・エ・ジラル工法）」を一部の地区で採用した。この工法は、いずれも25 m軌きょうであり、いったん現場に敷設してからレール溶接またはレール更替等の作業が必要となるものである。

新幹線のレールはロングレール（ロングレール長約1500 m）であるので、軌きょう敷設後現地での溶接が必要となるが、これは信頼度の高いエンクローズアーク溶接を採用した。

なお、軌道敷設後、引き続きマルチプルタイタンパー（BMNRI-85、デュオマチック06-32 L、10台）トラックライナー（AL-250、2台）などの機械力を駆使して鋭意軌道整備を行ない、昭和46年11月から開始される練習運転に備えている。

山陽新幹線の軌道工事として特筆すべきは、昌頭で述べた「スラブ軌道」である。

国鉄では昭和41年からスラブ軌道の開発に取りかかり、東海道新幹線・北陸線・総武線および常磐線で試験

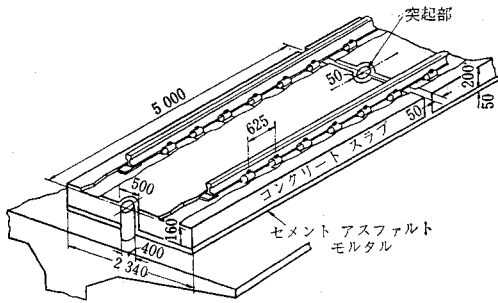


図-10 スラブ軌道構造の概要

敷設され実用化の見通しがついた。この構造は 図-10 に示すとおり、プレキャストの鉄筋コンクリート版の下にセメントアスファルトモルタルを注入し、軌道に必要な弾性を確保したものであり、ノンバラスト構造であるところから保守作業量の大幅な軽減が期待されている。

このスラブ軌道の敷設方法は、工場で製作したスラブをトラックで基地に搬入し、担車に2段積みで仮軌道上をモーターカー牽引で現場に運搬し、門型クレーンで取卸しを行なった。その後のスラブのすえ付け調整は、路盤面に設けられた突起コンクリート上にある基準点から、調整用ジャッキおよび4本の保持棒によって行なった。

セメントアスファルトモルタルは、プラントで計量され、ミキサ（容積 1m³）でかくはんされながら現場に到着し、スラブ面にある注入口からスラブ下面に注入した（セメントアスファルトモルタルは注入後約3日で所

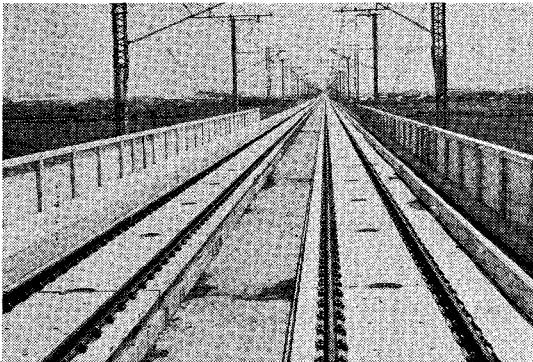


写真-9 完成したスラブ軌道

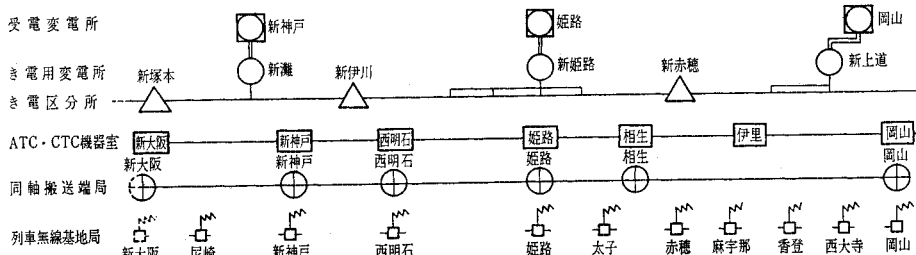


図-11 電気設備概要図

要の強度がでるよう配合した)。

その後スラブ上へレールを搬入し、仮締結ののちレール面での最後の調整を行ない、レール下面へ可変パッドをそう入して完全な軌道とした。

このようにして、新大阪-岡山間にはトンネル内3か所（軌道延長約 10 km）、高架橋上2か所（軌道延長約 6 km）あわせて 16 km を施工した。山陽新幹線岡山以西には軌道延長約 600 km に及ぶスラブ軌道が計画されており、今回の施工経験を十分に生かして施工する予定である。

(5) 山陽新幹線の電気設備

山陽新幹線の電気運転・列車制御・通信等の方式は、東京一博多間の直通運転を前提としているので、基本的には東海道新幹線と同じであるが、設備については東海道新幹線の実績と経験をもとに新しい技術の開発を積極的に行なって、信頼度の向上、メンテナンスフリー化、運営の合理化等をはかった。

表-9 電気設備の概要

き電電圧および周波数	単相交流 250 kV・60 Hz
き電方式	AT（単巻変圧器）き電方式
き電変電所	新六甲・新姫路・新上道の3か所、超高压（270～220 kV）受電、容量 150～200 kVA
架線構造	重コンパウンド架線
列車制御方式	車内信号による ATC 運転 各駅は第1種継電連動 CTC 東京総合指令所より集中制御
情報伝送設備	同軸搬送通信装置 列車無線装置

電源とき電方式については、220～275 kV の超高压受電と AT（単巻変圧器）き電方式の採用により、き電用変電所の設置間隔を 50～60 km {東海道新幹線は ST（吸上変圧器方式）で平均 20 km 間隔} とし建設費の節減と電力供給の合理化を行なった。また、AT き電方式は架線の構造が電氣的・機械的にすぐれているが、さらにトロリー線を 170 mm²（東海道新幹線は110 mm²）とし、架線張力を大きくしたヘビーコンパウンド架線を開発採用してメンテナンスフリー化をはかり、250 km/h

運転に耐えるものとした。

列車の運転制御は東京総合指令所から東京―博多間一括制御することとしたが、長区間・高速・高密度列車の運行管理を安全・正確・迅速に処理するため、CTCと電子計算機を結びつけたコンピューターシステム＝コムトラック＝を導入し、進路設定・列車運行監視・運転整理・車両および乗務員運用・情報伝達などのコンピューター処理を行なうこととした。このシステムは、将来座席予約の自動化システム（マルス）と直結し、旅客需要の波動に応じて列車増発などの即時処理を行ない、営業

活動と輸送計画、運転と設備の管理を一元化した総合管理システムに発展しうるものである。

列車無線は高速鉄道の保安を確保する重要な設備の一つであるが、山陽新幹線は長大トンネルが多いため、漏洩同軸ケーブル方式を開発し、トンネル内の列車無線通話の安定化をはかった。

また、列車運行を風・雨・地震などの自然の災害から守るため、沿線の主要地点に計測装置を設けて、適確な処置が行なえるようシステム化を行なっている。

(1971.9.18・受付)

土木学会刊行物

- 土木材料実験指導書 45年版 B5・134頁 図2枚 53枚 490円 (〒100円)
- 土質実験指導書 45年改版 B5・66頁 図2枚 32枚 340円 (〒70円)
- 水理実験指導書 42年版 B5・38頁 図2枚 21枚 250円 (〒70円)
- 構造実験指導書 45年版 B5・112頁 図2枚 36枚 450円 (〒90円)
- 測量実習指導書 45年版 新書版244頁 折込付図 13枚 450円 (〒80円)

学校教材として一括購入される場合は特典がありますので刊行物係へご連絡下さい。

鋼管構造

●土木工学大成 6 成瀬泰雄 著 菊判・240ページ ¥2200

最近、鋼管・H形鋼などを応用した鋼構造の新工法が注目されている。本書は鋼管構造に着目し、橋梁構造に多くのページをさき、輸送管橋・特殊構造物にもふれて実例と比較しつつ設計・施工上で生ずる問題点を詳しく解明を試みた力作。

(著者は日本鋼管工事KK橋梁課長)

目次 概説(鋼管構造について 鋼管構造の特長 鋼管の種類 構造用鋼管の規格 鋼管の選定) 鋼管の力学(鋼管断面の諸性質 座屈と屈服 ねじりとせん断による座屈 鋼管の風圧抵抗 カルマンうずによる鋼管部材の振動) 橋梁構造(アーチ系橋梁 トラス系橋梁 ラーメン高架橋 横断歩道橋 鋼橋脚) 輸送管橋(輸送管橋の設計・実施例) 特殊構造物(高架水槽 海洋構造物)

既刊書より

構造力学 ●森北土木工学全書3

応用弾性学

特殊構造物 全2冊

吊橋の振動解析

新土木設計データブック 全2巻

工博 伊藤 学 著

A 5 / ¥1400

C. T. ワン 著 / 工博 猪瀬寧雄 訳

A 5 / ¥2500

工博 神谷貞吉 編

菊 / (I) ¥1800 (II) ¥2000

工博 猪瀬寧雄・工博 高田孝信 訳

B 5 / ¥3000

工博 成瀬勝武 他 編

B 5 / (上) ¥6000 (下) ¥6500

【図書目録呈 (読者Q1-11係)】



森北出版

東京都千代田区神田小川町3の10
TEL 03-292-2601 振替東京34757