

山陽新幹線（岡山—博多間）建設工事の計画と現況

齋 藤 徹*
金 原 弘**

表—1 建設工事・運輸大臣認可の経緯

昭和年月日	内 容
44. 6. 18	山陽本線岡山—門司間、鹿児島本線門司—博多間線路増設（山陽新幹線）について、運輸大臣に認可申請
44. 9. 12	上記申請書認可
44. 11. 18	山陽新幹線岡山—博多間の設置駅、線路經過地および工事計画について運輸大臣に認可申請
44. 12. 4	上記申請書認可
46. 4. 20	山陽新幹線岡山—博多間の電気設備計画について運輸大臣に認可申請
46. 5. 21	上記申請書認可

1. ま え が き

岡山—博多間を2時間30分で結ぶ山陽新幹線の第2期工事は、昭和45年3月新関門、安芸の2大トンネルに着工以来、順調に進捗している。47年7月末現在、用地買収は約58%、主体をなす土工事の契約は、全長398kmのうち92%にあたる366kmに達し、この47年度は土工事の最盛期を迎えている。

岡山—博多間の線路規格はすでに開業した新大阪—岡山間とまったく同様であり、将来の260km/h運転を考慮した設計となっている。中国山脈が海岸まで迫っている山陽路の地形からトンネル区間が多く、全長の55% 218kmに達しているのがこの工事の大きな特徴である。

線路構造について、いままでの新幹線と大きく異なる点は、メンテナンスミナムをねらい、いままでのバラスト軌道に代えて、最近国鉄で開発したスラブ軌道を標準軌道構造として、全本線軌道延長の約70%に採用したことである。スラブ軌道は路盤面の変位をきびしく制限するので、これに対処できるようトンネル、橋梁、盛土、切り取りおよび、これら構造物の変移部分の設計を新たに行ない、スラブ軌道用の標準設計とした。

1972年3月15日開業した新大阪—岡山間の予想をはるかに上回る輸送需要から、博多開業の時期も1日でも早くするよう国鉄部内外から要望されており、現在工事関係者は50年春の開業をめざして、地元との協議、用地取得、工事施行に全力をあげている。

2. 計 画

(1) 建設の経緯

この工事は、山陽本線の輸送容量飽和に対する線路増

* 正会員 日本国有鉄道新幹線建設局長

** 正会員 日本国有鉄道新幹線建設局工事第一課長

設として、表—1に示すような順序で運輸大臣の認可を得て昭和44年12月着手した。しかし、その後、全国新幹線鉄道整備法（昭和45年法律第71号）の制定に伴い、この法律に定める全国新幹線鉄道の一部として建設されている。

(2) 線路選定

本線の平面および縦断線形については、新大阪—岡山間と同様に将来260km/h運転が可能ないように、標準最小曲線半径4000m、最急勾配15%（ただし10km間の平均勾配12%以下）、縦曲線半径15000mとした。線路選定は上記の線路規格を満足し、中国、北九州地方の主要都市に駅を設け、とくに地方交通の中心となっている広島、小倉、博多については現駅に併設した。線路選定に際してできるだけ避けるよう配慮したのは、密集市街地、住宅地、学校、病院などのほか文化財があり、宇部、筑豊地方に石炭採掘による鉱害地帯がある。

ルート選定上の最大の問題点であった関門海峡の横断については、橋梁案も含めた数本のルートについて比較検討を行ない、比較的地質がよく施工上の問題点が少なく経済的な現ルートを選んだ。

ルート選定の結果は図—1に示すように10駅を設置し、岡山—博多両駅間距離は在来線の444kmに対して393kmと約11%ほど短縮した。線路構造物の構成割合は表—2のとおりで、東海道新幹線に比ベトンネルが多く、盛土と橋梁が少なくなっている。

表-2 線路構造物構成割合

区 分	東海道新幹線 (東京-新大阪)		山陽新幹線 (新大阪-岡山)		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	44	9	4	2	28	7
盛 土	230	45	8	5	42	10
高 架	116	22	80	49	88	22
橋 梁	57	11	15	9	22	6
ト ン ネル	69	13	58	35	218	55
全 長	516	100	165	100	398	100

(3) 停車場計画

駅の配線は従来の新幹線駅と同様で、図-2 に示すとおりである。平均駅間距離は約 39 km で東海道の約 43 km よりやや短く、新大阪-岡山間の約 32 km よりやや長くなっている。各駅の諸元を表-3 に示す。10 か所の駅はすべて在来線と接続しているが、新倉敷(山陽本線玉島駅)、新岩国(岩日線御庄駅)、新下関(山陽本

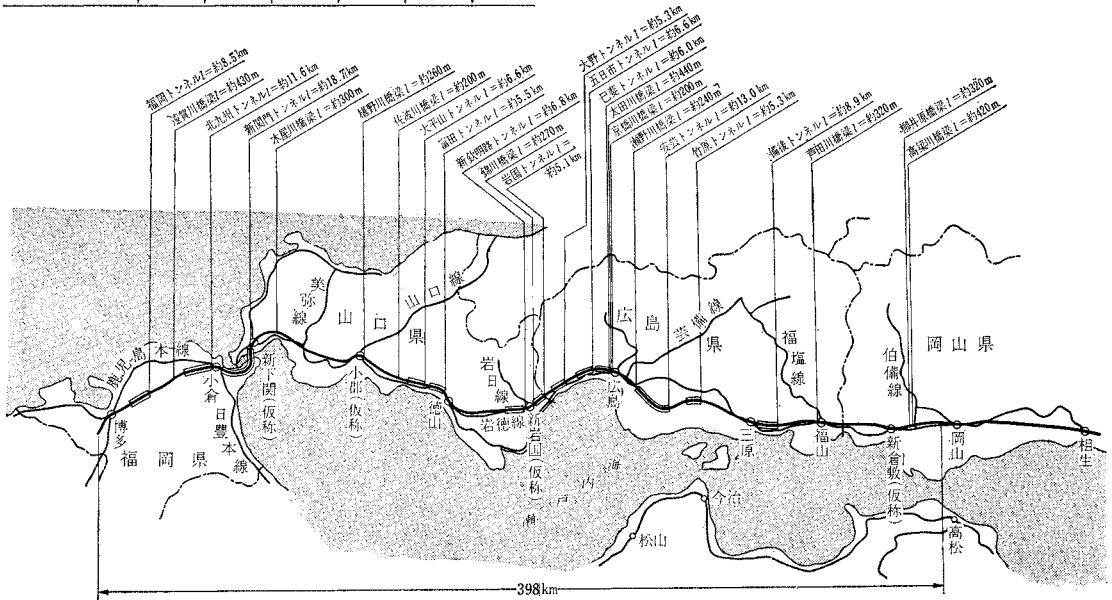


図-1 山陽新幹線(岡山-博多間)線路略図

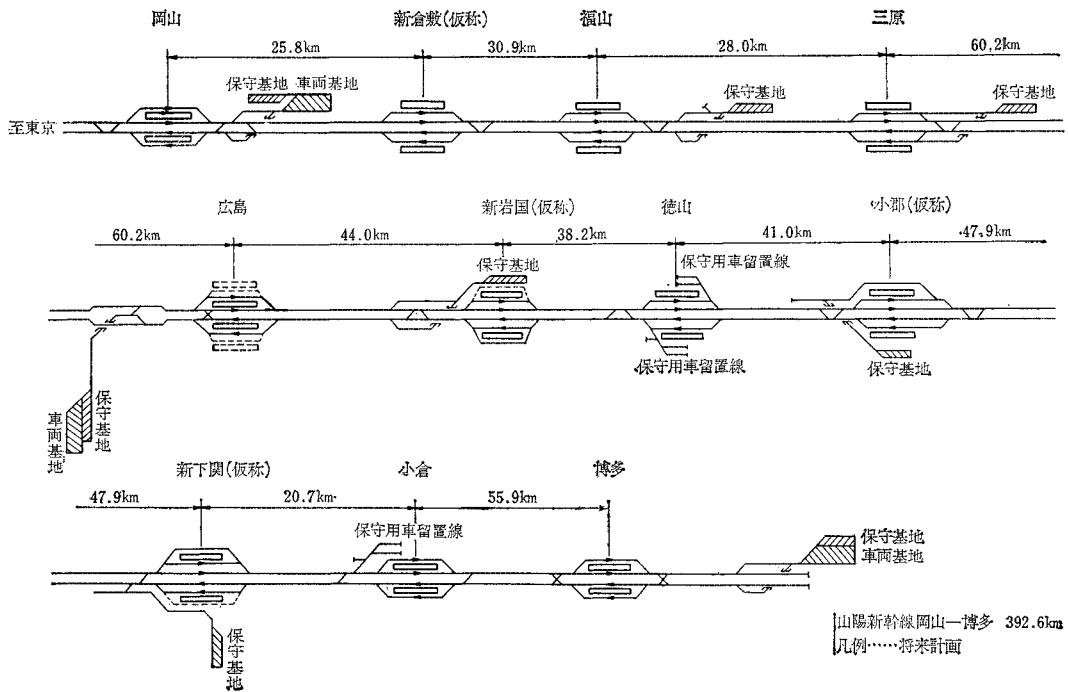


図-2 山陽新幹線(岡山-博多間)配線略図

表-3 各 駅 諸 元

諸 項		新倉敷 (仮称)	福 山	三 原	広 島	新岩国 (仮称)	徳 山	小 郡 (仮称)	新下関 (仮称)	小 倉	博 多
着 発 線	線 数 (本)	2	2	2	4	3	2	2	3	4	4
	有 効 長 (m)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
乗 降 場	本 数 (本)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	(面 数)	(2)	(2)	(2)	(4)	(3)	(2)	(2)	(3)	(4)	(4)
	幅 員 (m)	5~7	7	5~7	0	9.5	7	7	9.5	10	9.5
	形 式	相 対	相 対	相 対	島	混 合	相 対	相 対	混 合	島	島
長 さ (m)	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	
階 段 幅 員 (m)	4	4	4	4.5	4	4	4	4	4.5	4	
乗降人員(人)(昭和50年人/日平均)		5 400	8 900	7 300	23 300	2 400	7 000	6 200	4 400	17 700	39 300
勾 配		L	L	L (3)	L	L	L	L	L	L	L
駅構内曲線半径		10 000	3 500	3 500	直 線	直 線	1 600	4 000	直 線	1 000	1 000

注：勾配の欄で(3)は一部3%もあることを示す。

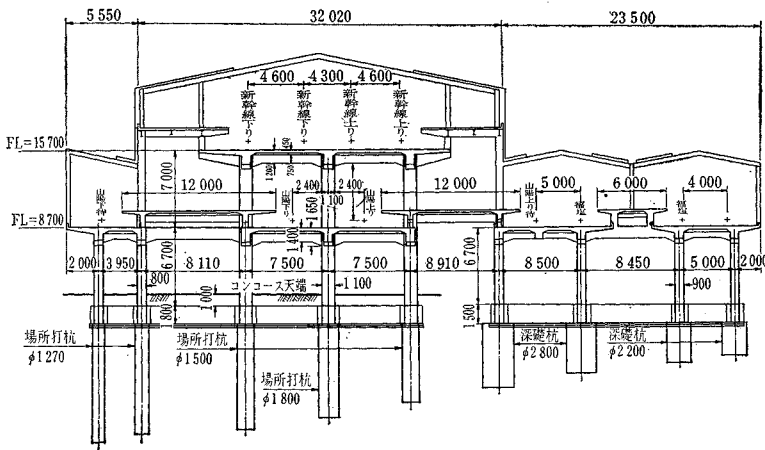


図-3 福山駅代表断面図

線長門一宮駅)は在来線の小駅に併置され、これらの駅付近については、区画整理事業による再開発が新幹線工事と同時に施行される。

福山駅付近については、在来山陽本線を高架にこう上する連続立体化工事を同時施行するので、図-3に示すような3階建高架橋となる。用地がきわめて制限された場所であったのでこのような構造となったもので、このような設計は初めての試みである。

車両基地は広島に仕業検査線2線と電留線5線(将来8線)を、博多に仕業検査線4線(将来6線)と電留線21線(将来30線)を新設する。その他の中間駅にも運転の弾力性を考えて、土地の許す限り将来電留線を設けられるよう計画した。

(4) スラブ軌道の採用

スラブ軌道は、昭和40年以来国鉄が開発を進めてきた軌道構造で、土木学会誌第55巻10号、および土木学会論文報告集184号にくわしく報告されている。岡山一博多間の工事ではこれの全面的採用にふみきったのは、次のような理由によるものである。

① 東海道新幹線における現場試験も含めて、その技術開発をほぼ終了し、大量施工の自信を得たこと。

② 東海道新幹線の6~7年間にわたる運転実績の結果、とくに高架橋上における道床バラストの粉砕化による噴泥現象が広範囲に生じ、軌道保守上問題を生じてきたこと。

③ 最近の著しい労務賃金の高騰と労働力の供給難を考慮するとスラブ軌道は初期投資が大きくても経済的に十分ペイするようになったこと。

④ スラブ軌道はバラスト軌道に比べて強度が大きく破壊されにくい軌道構造であるので、高速運転のため、高い精度で常に整備されていなければならない新幹線の軌道構造としては望ましい軌道構造で、今後の260km/h運転を考えると、とくにメリットが大きいこと。

(5) 工事費と工事工程

工事総額は5310億円、建設キロ当たり13.4億円と見込まれ、キロ当りは新大阪一岡山間とほぼ同額である。工事費の内訳は表-4のとおりで、用地買収は今年度でピークを越し、土木の主体工事は今年度と来年度前半が最盛期で、軌道と電気工事は今年度末から本格的にはじまる予定である。主体土木工事の決算状況は47年7月

表-4 工事費内訳表 (単位:億円)

種 別	工事費/ 年度(昭和)	44	45	46	47	48以降
用 地	850	25	56	291	339	139
主 体	3 100	—	25	481	1 318	1 276
軌 道	500	—	—	—	74	426
電 気	860	—	—	6	150	704
計	5 310	25	81	778	1 881	2 545

部をもつスパン 8 m 3 径間の 2 線 2 柱式 鉄筋コンクリートビームスラブ式である。新大阪一岡山間のもので大体同じであるが、変更した点は、① 全幅を 50 cm 縮小して 11 m としたこと、② 左右の柱の中心間隔を 40 cm 小さい 5.2 m としたこと、③ 左右の基礎を連結したこと、などである。

高架橋全延長の約半分を占めるスラブ軌道用の標準高架橋は、隣接ブロック間の変位の影響を最小限にとどめるため、ゲルバー式を原則とした。これは 図-5 に示すように、8 m の 3 径間ラーメンに 8 m の単純桁を組合せたものである。基礎は地質と付近の環境条件により、直接フーチング基礎、鉄筋コンクリート既成杭基礎、鉄筋コンクリート場所打杭基礎（リバーササーキュレーションドリルまたはベント工法による）となる。場所打杭となることでは、地中ばりで各基礎を結んだ設計としている。

(3) 橋 桁

木まくらぎを橋桁に直結した従来の鋼桁は、騒音が大きいのでこれを用いないこととし、鉄筋コンクリートまたは PC 桁を主として用いた。大駅構内のこ線橋のように橋桁架設のむずかしい場所や、地質などの条件によって橋桁重量を軽くする必要のある箇所には、合成桁を多く用いた。

スラブ軌道用の橋桁は、スラブの寸法との関係上、桁長をラウンドの数値とする必要があったので、支間は半

表-6 スラブ軌道用 PC 桁一覧表

桁種別	スパン (m)	桁長 (m)	桁高 (m)	桁高スパン比
I 形 桁 複線 4 主 桁	15.4	15.96	1.00	1/15.4
	15.4	15.96	1.25	1/12.3
	17.4	17.96	1.40	1/12 1/12.4
	20.4	20.96	1.65	
	22.2	22.96	1.85	
	25.2	25.96	2.05	
	27.2	27.96	2.20	1/12.1
	30.2	30.96	1.95	
30.2	30.96	2.50		
I 形 桁 複線 6 主 桁	15.4	15.96	0.82	1/18.8
	15.4	15.96	1.00	1/15.4
	17.4	17.96	0.90	1/19.3 1/19.4
	20.4	20.96	1.05	
	22.2	22.96	1.15	
	25.2	25.96	1.30	
25.2	25.96	1.70		
I 形 桁 複線 8 主 桁	27.2	27.96	1.45	1/19
	27.2	27.96	1.70	1/16
	30.2	30.96	1.60	1/18.9
	32.2	32.96	2.00	1/16.0 1/16.2
	35.2	35.96	2.20	
	37.2	37.96	2.30	
	40.2	40.96	2.50	
	42.2	42.96	2.60	1/19.7
	45.2	45.96	2.30	
	45.2	45.96	2.80	1/16.2
50.2	50.96	2.75	1/18.3	
複線 1 室箱 桁	34.71	35.96	2.15	1/15.4 1/16.4
	39.71	40.96	2.50	
	44.71	45.96	2.90	
	49.71	50.96	3.30	

表-5 スラブ軌道用鉄筋コンクリート桁一覧表

桁種別	スパン (m)	桁長 (m)	桁高 (mm)	コンクリート (m³)	鉄筋量 (t)	1m³ 当り鉄筋量 (kg/m³)
スラブ 桁	5.0	5.58	400	19.5	2 755	141
	6.0	6.58	450	25.4	3 334	131
	7.4	7.98	520	35.1	5 722	163
	8.3	8.98	580	42.3	6 668	158
	9.3	9.98	630	50.9	8 194	161
	11.1	11.98	720	68.1	12 831	188
	13.1	13.98	830	89.3	17 792	199
単工 桁	7.4	7.98	600	31.5	4 930	157
	8.3	8.98	650	37.0	6 503	176
	9.3	9.98	700	46.1	7 703	167
	11.1	11.98	850	63.1	8 173	130
	13.1	13.98	1 050	85.3	12 828	150
	15.1	15.98	1 250	99.9	15 794	158
	18.1	18.98	1 500	145.5	22 764	156
	20.1	20.98	1 750	176.2	26 656	151
23.1	23.98	2 100	226.5	33 296	147	
単箱 桁	15.1	15.98	1 150	103.2	19 016	146
	18.1	18.98	1 450	138.2	24 409	177
	20.1	20.98	1 700	171.7	28 194	164
	23.1	23.98	2 050	231.5	35 462	153
	25.1	25.98	2 300	276.5	41 512	150
	28.1	28.98	2 650	337.4	50 826	151
	30.1	30.98	2 900	386.7	57 111	148

端な数値となった。スパンが長い PC 桁で桁下空間が高くない場合は、ステージング上で施工する箱型断面のほうが一般に経済的であるので、施工条件の許す限りこれを用いた。表-5、6 に RC、PC の標準桁の一覧表を示した。

(4) 土 工

切取り・盛土の土工区間は、経過地の関係上、新大阪一岡山間よりかなり長く約 70 km である。東海道新幹線は、開業後、豪雨による切取り・盛土のり面や土留壁の災害が多かったため、今回の設計では防災上いっそうの配慮をした。

切取りのり面は安全率をみて従来より緩勾配とし、土砂地質では 1 割 5 分を標準とした。また土留壁はできるだけ減らし、これを設ける場合は栗石を裏につめた大きな排水窓をつくり、土留壁背面に水圧がかかることのないようにした。のり面防護方法は、一般に岩の場合は吹付けコンクリートなど、土砂では吹付け植生工を標準に考えている。

盛土資料は一般に、トンネル硬岩ずりや炭坑の焼ボタなどの良質資料であるので、あまり問題はない。のり面

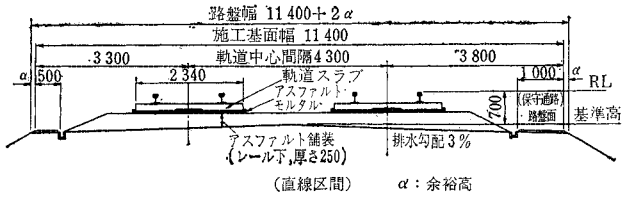


図-6 盛土上スラブ軌道標準図

勾配は硬岩ざりで1割5分，その他の資料では1割8分を標準とし，盛土高さが高くなると下部ののり勾配は順次ゆるくしている。のり面防護は吹付け植生工を標準としているが，のり尻部分では盛土内排水や洪水時湛水を考へて，硬岩ざりを用いた岩座張りとしているところが多い。のり尻の土留壁は盛土内の排水を阻害して盛土の安定上好ましくないので，これを最小限にした。

土工区間については，施工基面の沈下を厳密に制限することは実際上かなり困難であり実績も少ないので，一般にバラスト軌道を用いる設計としている。ただ，トンネルや橋梁にはさまれた短区間については，軌道保守上の理由からスラブ軌道とした。盛土上のスラブ軌道は，図-6のように，厚さ25cm程度以上のアスファルト舗装を行なう予定である。

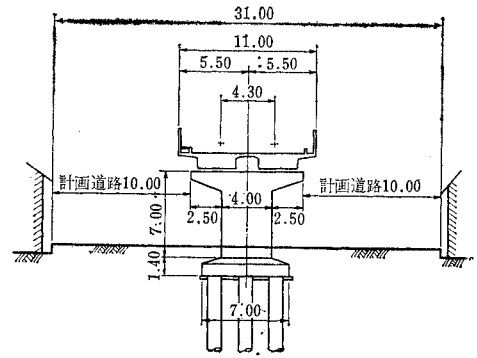
遠賀川前後などの軟弱地盤の盛土ではバラスト軌道とし，両側に副堤を設け段階施工を行なう。なお，残留沈下対策としては主としてプレロード工法をとり，地質条件から必要によりサンドパイルを打っている。

4. 工事の現況

土木工事は長い工期を要する長大トンネル，停車場，大橋梁，大きな土工丁場から順次発注し，これらの土木工事は昭和48年夏から49年春にかけて完成させ，軌道工事に引きついでゆく工程を組んでいる。用地の取得については，土木工事の工事工程に支障を生じないようにするとともに，買収協議に時間のかかる都市部分を，なるべく優先させる順位で行なっている。

(1) 用地取得

全線398kmのうち，トンネルや河川橋梁などを除いた用地取得を要する区間は約170km，その面積は約535万 m^2 である。用地買収の折衝に入る前に，列車運転に伴う騒音・振動・電波障害や高架橋建設による日照権や地域分断などの諸問題を解決することが，どうしても必要となってくる。これらの公害などの解決方法として，線路の両側に緩衝地帯を要求されることが多く，これに対しては建設省と地方自治体の協力を得て，都市計画道路のルートを少し変更して図-7のように線路両側に設け，この道路敷を同時買収しようとしている例が数



(広島県府中町の例)

図-7 都市計画道路との同時施工例

箇所ある。この方法によれば，限られた土地を最も有効に利用でき，公害も軽減できるので，今後広く用いられていくと思われる。

(2) トンネル

総延長218kmのトンネルを延長別に分類すると，表-7のように5km以上の長大トンネルが13か所・108kmで全長の約半分を占めている。表-8にこれら長大トンネルの概要を示す。

地質の良好な区間が多く全般に順調な進捗を示しているが，新欽明路，富田，新関門の各トンネルの一部区間

表-7 トンネルの延長別分類表

延長別の分類	本数	延長(km)	百分率(%)
1km未満	54	20	9
1~2km	17	25	11
2~5km	21	65	30
5~10km	10	65	30
10km以上	3	43	20
計	105	218	100

表-8 長大トンネル(5km以上)一覧表

トンネル名	延長(m)	地質	補助坑箇所数	掘削方式
備後	8900	流紋岩，花崗岩	立坑1，斜坑1	底導，側導
竹原	5305	花崗閃緑岩	斜坑2	上半
安芸	13030	花崗岩	斜坑3	底導，側導，きのこ
己斐	5960	花崗岩	斜坑1，立坑1	底導
五日市	6585	花崗岩	斜坑1	底導，上半
大野	5310	花崗岩		底導
大岩	5130	粘板岩，チャート		底導
新欽明路	6815	粘板岩	横坑1	側導，上半，底導
富田	5540	安山岩，黑色片岩		底導，上半
大平山	6640	黑色片岩，花崗岩		底導
新関門	18675	砂岩，粘板岩，花崗閃緑岩ほか	斜坑8，立坑1	底導，側導
北九州	11570	砂岩，礫岩，頁岩，花崗岩	斜坑2，立坑1	底導，全断面
福岡	8490	花崗閃緑岩，緑色片岩	立坑1	底導

では軟弱地質による大きな地圧のため、また福岡トンネルの東工区では高圧水を含んだ断層破碎帯群に遭遇して難工事となっている。主要トンネルの現況について述べると、備後と安芸トンネルはすでに導坑が全貫通し、もっとも順調な進行を示しているが、とくに安芸トンネルは着工以来導坑全通まで 28 か月を要したのみで、これは延長 10 km 以上のトンネルの導坑貫通の新記録である。新関門トンネルでは、47 年 8 月現在、調査坑が海底部の破碎帯粘土区間を掘削中であり、最大のやま場を迎えている。北九州トンネルの岡山方 1.6 km の掘削には高塚山トンネルに使用したビッグジョン掘削機を用いて、47 年 10 月から掘進を開始する予定で、現在立坑下で機械を組立中である。福岡トンネルの東工区では、水平ボーリングを先進させて、さきに述べた破碎帯突破に苦闘している。

トンネル掘削方式についてみると、従来から多く採用されている底設導坑先進上部半断面方式が全長の約 70% を占め、次いで上部半断面先進方式が約 20% を占め、残り 10% は側壁導坑先進が大部分の約 7% で、開削式、きのこ型、全断面（ビッグジョンによる）は、わずかである。しかし、最近の労務者不足と賃金急騰から、省力化をねらって上部半断面先進、良地質区間の側壁導坑先進や、きのこ型工法が多く用いられてくる傾向にある。

(3) その他

a) 河川橋梁

山陽路には東海道のような大河川はなく、橋梁延長はすべて 500 m 以下である。延長 200 m 以上の河川橋梁を表一 9 に示した。上部構造の形式は、高梁川と遠賀川は鋼トラス、旧太田川、佐波川、木屋川は合成桁、他は PC 桁である。PC 桁のうち、芦田川と京橋川はフレシネー工法、瀬野川と太田川はディビダーク工法によるカンチレバーエレクション方式をとる。下部構造は樁野

表一 9 主要河川橋梁一覧表

橋梁名	延長 (m)	橋基礎構造	支間割 (m)	記 事
高梁川	423	ケーソン	40.5+5 @ 72.4+11	主径間、単純上路トラス
柳井原	324	ケーソン	16+2 @ 31+6 @ 41	I 型単純 PC
芦田川	317	井筒	52.5+4 @ 52.7+52.5	箱型 6 径間連続 PC フレシネーカンチレバー
瀬野川	238	ケーソン、井筒	29+3 @ 60+29	箱型 5 径間連続 PC ディビダークカンチレバー
京橋川	198	リバース杭	33.1+2 @ 66+33.1	箱型 4 径間連続 PC フレシネーカンチレバー
太田川	439	ケーソン	69+55+3 @ 66+55+62	箱型 7 径間連続 PC ディビダークカンチレバー
錦川	269	井筒	25.1+6 @ 40.2	主径間、I 型単純 PC
佐波川	202	井筒	35+3 @ 48+20	主径間、I 型単純 PC
権野川	261	ケーソン	6 @ 36+26.7+18.5	I 型単純 PC
木屋川	304	ブーチング	6 @ 50.2	単純合成桁
遠賀川	434	ケーソン	30.2+6 @ 60+35.2	主径間、下路トラス

川を除き、昭和 46 年度の濁水期に施工を終り、現在上部構造の工事に順次とりかかっている。

b) 停車場

昭和 45 年 9 月、福山駅建設工事に着手以来、引続き各駅に着手し現在 10 駅すべて工事中である。駅は人家に接近している箇所が多いので、基礎には騒音の少ない場所打ち鉄筋コンクリート杭が多く用いられている。

c) 一般高架橋および土工区間

駅以外の高架橋や土工区間の着手は、主体土木工事の中では最も遅く、大部分が今年度の着工である。新幹線工事が未経験の技術的問題点は、宇部・筑豊地方の石炭採掘による鉱害沈下対策である。広範囲に発生する盆状沈下は、時期的にもすでおおむね終了し、また、たとえ発生してもいわゆる大だるみであるので、列車運転上の危険は少ない。危険なのは突如として発生する浅所陥没で、これに対しては特殊な高架橋形式を設計している。しかし、深さ 20~30 m 下までの採掘あとの空洞は、コンクリートを充填し、一般橋梁形式をとらざるを得ないところでは、さらに地盤注入を行なう予定で、現在、これらの試験工事を施工中である。

(1972.9.1・受付/1972.9.16・再受付)

新刊 ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針

●定価 900 円・会員特価 800 円 (〒 90 円)●

土木技術者のための岩盤力学 <三版>

●定価 3 600 円・会員特価 3 000 円 (〒 200 円)●

▶申込先：土木学会刊行物係もしくは全国書店。ただし書店の場合は会員割引の特典はございません。一括して学会へご注文される場合は送料が安くなりますのでご相談下さい。