

高速道路の建設技術 —その設計と施工—

比留間 豊*

1 まえがき

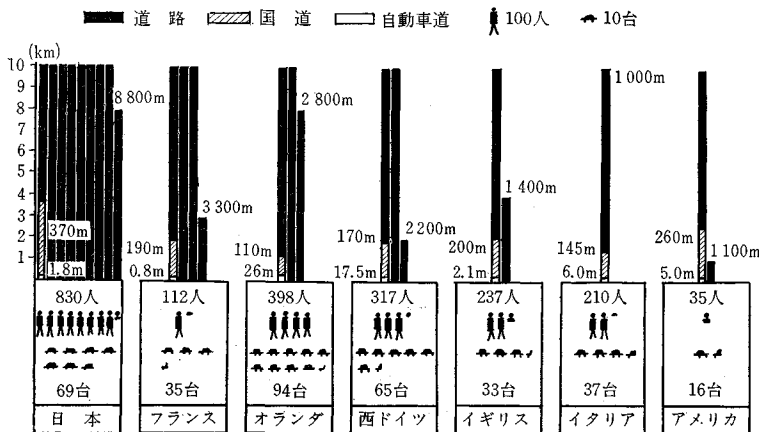
世界の先進諸国は、ふくらんで行くモータリゼーションの波に押されて、今や高速道路時代への懸命の歩みを続けている。

今日、世界で供用中または工事中の高速道路網の総延長は8万kmを越えているが、その80%をアメリカが占めており、延長の点からすれば、アメリカとその他の国々の間には、西ドイツ等の例外はあるにしても、とにかく圧倒的な隔りがある。しかしながら、今日では、高速道路の建設に数歩遅れたこれらの国々も、それぞれに国家繁栄の基盤としての高速道路網のビジョンを掲げて、意欲的な建設を進めており、欧州諸国の毎年の高速道路完成延長は、ここ数年平均700kmに達している。

このような高速道路建設の世界的すう勢の中にあつて、わが国も遅ればせながら、昨年7月、国土開発幹線自動車道建設法にもとづく、7600kmの高速道路建設のビジョンを打ち出し、同時に名神、東名、中央の各高速道路に続いて、新たに5路線1010kmの建設に踏み切ったわけである。

こうして、わが国の高速道路建設も新たな段階を迎えたわけであるが、欧米の高速道路に肩をならべるべき

図-1 平地1km²当りの人と自動車と道路



* 日本道路公団高速道路計画部長兼工務部長

7600kmのビジョンを達成するためには、財源問題をはじめとして今後数の難問を解決して行かなければならない。そして技術的立場からは、高速道路の設計施工における建設費のローコスト化というきわめて重大で、また困難な課題と取り組まざるを得ないことになる。

高速道路建設費の財政的負担は、各国においても大きな重荷であり、これが節減のためには、各国それぞれ智恵をしぼって建設費の分析縮小と設計の合理化を行なっており、土量や構造物を減少するための路線計画の合理化、構造物の標準化、舗装設計の合理化、不急施設の節約等の技術的努力の跡には見るべきものが多い。しかしながら、それでもなお高速道路の建設費は漸増しておりフランスで最近の欧州諸国の高速道路建設費を分析した結論でも“欧州諸国では、設計の改革により、よりよい規格と品質を確保する傾向にあり、新しい形の欧州高速道路は、技術の進歩、施工管理の合理化、業者の生産性の向上にもかかわらず建設費が増大する傾向にある”ということがいわれている。

わが国の高速道路建設の技術的諸条件は、これらの国々のそれにくらべて、さらに数段厳しいものがある。すでに建設されている名神、東名、中央の各高速道路の例でも、その建設費は欧米諸国の場合にくらべておよそ2~4倍をかけているが、今後のわが国高速道路をさらに経済的に建設することが交通経済性、あるいは財源の点からも強く要望されている。

2. 日本の高速道路の特長

高速道路建設費の節減の方向をいかに考えるべきであろうか。わが国の場合道路建設費をつり上げる主な要因としては、図-1を見るとおり人口密度が高く、土地利用が進んでいること、平地にくらべて山地面積が多く、地形急しゅんで河川が多いこと、地質が一般に悪く、軟弱地盤が多いこと等

があげられる。そして、これらの事情が、道路建設に際して用地費の高騰となり、構造物の増加、土工費の増大につながり、結局工事費を大きくふくらませることになる。これらの工事費のうちで、欧米の場合のそれにくらべて、最も差の大きいものは構造物関係の費用であり、ついで、用地費、土工費の順となっていることを考えても、高速道路建設費節減の方向は、当然、構造物の合理化、道路敷の削減、土工断面の縮小について多角的なアプローチを試みることに始まるというて良いであろう。

今後の高速道路の計画設計に当って、このような観点からいくつかのローコスト化のアイデアが打ち出されているが、いずれもわが国の特殊事情にからむ新しい技術分野であるだけに問題点も多く、広い視野から合理化の方向を見出す必要がある。以下各項目にしたがい、現状と問題点にふれてみよう。

3. 幾何構造

欧米の高速道路の幾何構造的水準は、ひと昔前のそれにくらべて、幅員構成の上でも線形の面でも、かなり向上してきている。しかし、それは単なる高級化ということではなくて、各国はその国情に照した技術的評価の結果に基づいて、それぞれに特色のある高速道路を生み出している。

このことは、これからのわが国の高速道路を建設してゆく姿勢としても重要であろう。わが国の高速道路の線形設計技術は、クロソイドを線形要素とする西ドイツ・アウトバーンの方式を取り入れて長足の進歩をとげた現在では、航空写真技術の進歩と電子計算器の利用により、4分の1の実測図面を用い、線型設計はもちろん、土工量、構造物延長等も電算により計算可能となっており、多数の比較線を短時間で計算することができるが、まだその技術が十分普及しておらず、経験と勘による少数の線形で決まる例が多い。さらに特筆すべきことは高速道路の走行性を良好ならしめるための透視図の利用であろう。残念ながらまだ手作業のため問題箇所程度にしか利用されていないが、電算と図化機がすでに実用の段階にきているので、全線の透視図とその映画化を計り、より適切な経済的線形を選ぶようにしたい。わが国の高速道路線形設計の最大の課題は、むしろ急しゅんでひだの深い山地部の地形や、また家屋その他多くの障害物をさけていかに合理的、経済的な線形を設定するかということであろう。しかし、このような線形の具体的設定の前提として、路線の性格、交通量、地形その他の条件にもとづく高速道路としてのサービスレベルをいかに考えるかということについて、さらに徹底したメスを加える必要がある。

路線のサービスレベルは設計の基本であり、選ばれたサービスレベルに応じた設計速度の適用、幅員構成のあり方、線形の調和を求め、地形その他の立地条件に対してバランスのとれた幾何構造を追及してゆく手法を開発することが、幾何構造設計に関する今後の大きな技術的課題である。新規高速道路の設計では、山地部の一部幅員構成について、路肩幅員を部分駐車(Partial shoulder)方式としているが、これも、駐車だまりを交通量に合わせて配置することにより、ひだの多い山岳部の地形の切盛を最小限に止めようとするものであり、設計合理化の一つの試みといえる。

4. その他の計画設計

(1) 低盛土方式

欧米の高速道路では、走行しながらほとんど盛土高を感じさせないところが多いが、わが国の場合、高速道路と交差する道路や鉄道等を所定のクリアランスで越える無理のない縦断線形を入れようとすれば、平地部はほとんど5~6mの高盛土となり、道路敷と土量が大幅に増えるばかりでなく、関東平野のような盛土材料の乏しい軟弱地盤の地域では、建設費は飛躍的に増大することになる。

そこでこのような地域では、盛土高をできるだけ低くするために、横断道路を整理統合し、そのための地域分断による土地利用上のマイナスを側道に設けることによって行なうように考えたものが、いわゆる低盛土方式であり、新規高速道路については平野部では条件の許す限りこの方式を採用している。しかし一方これに関連して今度は横断道路を切り下げる場合の排水の問題や、オーバーパスさせる場合の取付部の設計等の新しい技術的課題を解決してゆかなければならない問題を生ずる。

(2) インターチェンジ等

新規高速道路の設計に関連して今後解決を急がれている課題としては、出入交通量に応じてインターチェンジの規模を縮小するための新しい設計指針、段階施工にとりなう、土工、橋梁等の施工技術上の問題や交通運用に関する問題、積雪地の高速道路構造に関する問題等々、きわめて多岐にわたる難問が山積みしている。

名神高速道路着工以来10年、わが国の高速道路建設の技術的水準もほとんど欧米に肩をならべるところまできているわけであるが、高速道路網7600kmのビジョンを達成するためには、わが国の高速道路としてその国土的背景をふまえた広い意味の設計合理化が必要であり、技術者に課せられた使命は大きい。

5. 橋梁、高架等の構造物

最近におけるわが国の橋梁工学の進歩はまことにいじめるしい。海峡には長大橋梁が計画・実現され、また、高速道路が建設されることにより、構造物が複雑・大規模化し、そのことが橋梁工学の進歩をもたらしたと考えられる。

昭和30年12月に西海橋（固定アーチ・スパン長 216 m）が、昭和37年にはわが国最初の長大吊橋（中央スパン 367 m）が若戸橋として洞海湾に実現されたのを始めとして、昭和41年には天草五橋が完成し、現在関門海峡にスパン 712 m の吊橋の計画が進められつつある。その他各地に海を渡る橋梁の計画が進められつつあり、いよいよ本格的な長大橋梁の時代を迎えるに至った。

また高速道路の実現は、構造物が交通線形技術的要求に答えることが必要となった。また、橋梁工学の進歩のおかげで、道路計画者は線形の選定上に自由度を得ることになり、曲線的な橋梁など高速道路においては珍しくなくなってきた。反面これによって橋梁の費用が線形の単純な一般道路橋梁にくらべて増大をまぬがれないという、困難な問題も生じている。以下高速道路における計画実施中の構造物の概要を述べてみたい。

(1) 工費単価

名神、東名、中央各高速道路の橋梁延長および1 m² 当り単価を示せば表-1、2 のとおりである。

表-1 高速道路における構造物延長

高速道路名	道路延長 (km)	橋 梁			高架橋 (遊歩橋を含む)		
		延長 (km)	延長比 (%)	箇所数	延長 (km)	延長比 (%)	箇所数
名 神	189.8	9.638	5.1	168	24.926	13.1	111
東 名	346.393	22.365	6.4	259	29.472	8.5	147
中 央	91.992	9.969	10.8	91	15.445	16.7	16

表-2 高速道路における構造物単価

(1 m² 当り単価)

高速道路名	橋 梁 (円)		高架 (遊歩橋を含む) (円)		施工年度 (昭和・年度)
	5~100 m	100 m 以上	5~100 m	100 m 以上	
名 神	37 300	55 700	25 100	24 200	33 ~ 38
東 名	65 500	71 000	39 000	42 000	39 ~ 43
中 央	58 400	73 200	28 780	31 540	39 ~ 43

一般的にいて、高速道路においては道路線形を主にして構造物をこれに合わせる関係上、工費が増大する傾向であるが、今後は極力上・下部の形式を研究して、工費低下に努める必要がある。

(2) 材 料

橋梁スパンの長大化は、高張力鋼の発達によるところ大である。すなわち、41 kg/mm² の引張り強さから現在では50 kg/mm² および60 kg/mm² の強さを持った鋼材が使用され、さらには80 kg/mm² の超高張力鋼が開発されようとしている。また耐侯性鋼材の出現も特記すべきことであり、43年3月しゅん功の尾道大橋の材料はこれである。

PC鋼材の材質も進歩し、コンクリート強度の増大とあいまって、天草の3、4号橋（スパン 160 m, 145 m）のように、長大コンクリート橋も施工可能になってきた。

(3) 標準設計の使用と計算の電算化、プレファブ化

名神、東名、中央の各高速道路の設計にも標準設計を使用した。その適用率は必ずしもよくなく、約30%程度であった。構造物の標準化の問題は、設計施工の合理化の大きな旗印であり、一般の道路事業においてもその工事規模に応じて常に考えられているところであるが、高速道路の建設が1000 km を越える規模で展開しようとする際には、建設費のローコスト化の上で、きわめて大きな意味を持つことになる。わが国の高速道路建設については、名神高速道路以来の技術的蓄積により、高架橋、横断橋を始めとして標準化の実績もかなり上ってきているわけであるが、今後は建設費節減の一つの鍵として、より広い視野からより徹底した検討を進める必要がある。また、構造物の標準化に関連して、プレファブ化の問題も大きく浮び上ってきており、段階施工問題にもからむ施工合理化のための新工法という意味でも、

表-3 構造物設計集一覧表

区 分	種 類	種 類 数
上 部 工	鋼単純合成げた	18
	鋼切断合成げた	5
	鋼デッキトラス	4
	H型鋼合成げた	5
	PC単純プレテンげた	
	(横締め)	6
	(合成)	4
	PC単純ポステンげた	
	(横締め)	5
	(合成)	12
	PC連続ポステン合成げた	1
	PC連続場所打ち箱げた	1
下 部 工	穴あき床版	5
	RC T げた	5
	PC斜交オーバーブリッジ	9
	扶壁式橋台	1
	ラーメン橋脚	4
カ ル バ ー ト	盛りこぼし橋台	3
	角柱橋脚	3
	円柱橋脚	3
	よ う 壁	20

新しい技術の開発が望まれている。

すなわち、一般中小橋については、設計はできるだけ標準設計を使用し、あるいは類似の橋げた断面を使用することにより作業を簡素化する試みが実施されており、その他、電算でプログラム化をはかり、設計の類似化、スピード化が計られている。

また工事における現場労務員、特殊技能者の確保が年を追ってむずかしくなり、かつ骨材の確保も大変であるので、30 m 以下のけた、橋脚、よう壁などもプレキャスト化をすべく努力している。もちろんけたはPSPプレキャストげた、PC合成げたなどのほかに、H型钢を使用した合成げた等を検討しており、橋脚、よう壁はコンクリートブロックの組合せを考えている。現在使用している標準設計および設計例集を表-3に示す。

(4) 高橋脚

東名、中央両高速道路の山岳地帯をとる箇所には、脚長25 m以上の高橋脚を有するものが十数橋ある。これらの橋梁では、橋軸方向にけたと橋脚とヒンジ結合させ、橋脚根付は完全固定したフレキシブル構造とし、橋軸直角方向には剛構造とした。この場合、縦方向には比較的剛な安定性の良い橋台で橋げた全体が支持されるので、耐震的に問題はないと考えられるが、橋軸直角方向には橋脚自身の横方向の曲げで地震力に抵抗させるので、この方向の安定性については動力学的な検討結果を参照し、脚長によって震度を割増すいわゆる「修正震度法」により十分安全な方法論が確立されてきている。

6. トンネル

高速道路中に占めるトンネルのウエイトを眺めてみると、つぎのようである。

すでに建設された名神高速道路(180 km)のうちトンネルの占める延長は3.8 kmで約2%、東名高速道路では346 km中8.7 km・2.6%、中央高速道路では93 km中4.4 km・5%、さらに新規高速道路整備計画区間1010 km中には、現段階では19 km・約2%のトンネルが計画されている、わが国の地勢を克服するには、今後線形を研究努力しても全長に対し最少限1~2%程度のもは避けられない。

この中には、道路トンネルとして、世界最長のモンブラントンネル(11.6 km)につぐ恵那トンネル(8.5 km・中央道・長野~岐阜県境)も計画されている。

また交通量に見合ったトンネルの設計は、恵那トンネルのような長いトンネルとは別に、大幅員のトンネルが要求されてきている。外国には総幅員20 mを越えるものもすでに建設されており、また、わが国でも3車線一

方向トンネル、4車線二方向トンネルが計画あるいは施工されている(幅員13.5 m、国道246号)

名神、東名、中央高速道路のトンネルは別表のとおりであるが、その設計計画の面において、全く日本独特な技術が大幅に開発され取り入れられている。すなわち、アメリカから出発した一酸化炭素を対象とした設計から大きく発展して、照明との関連における煤煙を対象とした設計法、あるいは防音、防災設計等において、すでにその技術は世界的にも高く評価されている。

一方、施工法においても、各種施工機械の開発、採用、鉄製支保工の進歩と相まって、その施工速度の増大は今や長大トンネルにも驚かざる時代となりつつある。しかし日本ほど火山国であるための地質の多様性、断層の多いことによるトンネル掘削の困難の多い国は少ないので今後施工法機械の開発改善を大に計らなければならない。

以下各項目について、現況と問題点について述べる。

(1) 換気

日本の道路トンネル換気は、古くは大阪市安治川に設けられた沈埋トンネルに始まり、関門トンネルの横流式へと発展したが、その理論はアメリカの一酸化炭素法によったものであり、当時はこれを400 ppmに希釈する方法であった。

現在においても、ヨーロッパ、アメリカとも100~200 ppmで一酸化炭素を対象としている。ところが日本ではディーゼル車によるスモークのため視程障害をおこし、100 ppm以下で換気をしなければならぬ事態が生じたので、急速にこれらのスモークに対する研究が進められ、名神のトンネル以来スモーク法とCo法の量の多い方で設計されてきている。したがって、煤煙透過率計器等も急速に進歩したし、また視程はスモークの存在と同時に照明の明るさ、光線の質すなわち有色照明ナトリウム光源等にも相関があることが、当然のことながら実験により判明し、理論的にも明確化されてきている。

換気の方式としては、横流式が最も望ましいので、関門トンネル、あるいは首都高速三宅坂トンネル等に採用されているが、工費は最も高いので、半横流式が、名神、東名、中央各高速道路の700~2000 m級のものに用いられている。

縦流式は従来あまり用いられなかったが、一般道路において、最近ジェットファンと称し天井に直径50~70 cm程度のファンをトンネル方向に多数取りつけて、その噴流により換気を行なうものが使用され始めた。簡便でもあり、また交通量に見合った台数を段階設置ができたトンネル工費も最少ですむので今後1000 m以下のトンネルの換気には、かなり使用されるであろう。

しかし、換気の問題の根本は、自動車の排気ガスにあ

り、これを無制限に放置することは、その台数の増加とともに空気汚濁の公害をもたらすものであり、各国ともようやくその規正にふみ切りつつあり、わが国においても、近い将来その規正が行なわれ、トンネル換気もより少ない方向になることが要望されるし、一方またスモークの吸着方法、あるいはCoその他ガスの吸収法等も今後研究を要する問題である。

またわが国の地形上、数km～十数kmのトンネル計画が今後当然考えられるであろう。各種換気方式の組合せ等も研究されなければならない。

(2) 照明

わが国の交通車の特性（ディーゼル混入率が欧米に比して高い；30%）から、換気の目的も視界を良くすることが第一になっているが（Co等の人体に対する換気量よりも煤煙に対するものの方が多傾向にある）、そのためにも、照明は重要なものである。欧米諸国ではまだ換気と照明は別々のものとして取り扱っているが、わが国では、見え方という問題を媒介として、換気・照明の両者を密接に関係づけ、両者の相まった設計を行なっていることは世界の注目の的である。

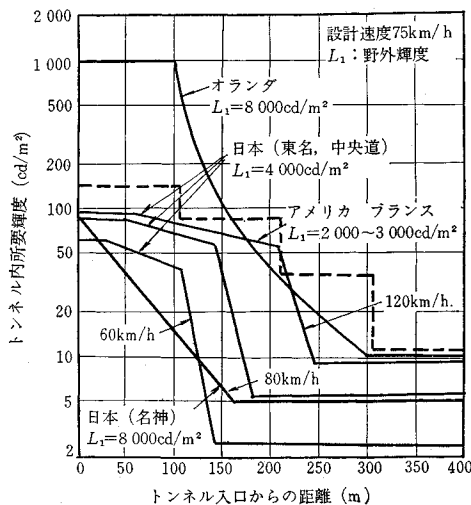
また、高速道路のトンネルでは、特に入口部でのトンネルの進入が危険で、高いレベルの照明が要求される。

東名高速道路等のトンネルでは、名神トンネルの結果や種々の実験に基づき図-2に示す入口緩和曲線を設定し、それを実施するに当って、欧米各国ですでに用いているルーバーの適用をも考慮し、その成果が期待される。

(3) 内装

照明の高度化・効率化にともない、その内装工に照明の反射効果をあげ、トンネル内の自動車騒音に対する防

図-2 各国のトンネル入口照明曲線



音効果を付加させるような配慮がなされるようになってきている。

すなわち名神においては白色吸音パーライトブロックが用いられ、東名、中央道のトンネルでは、スレートパネルの表面を明色で仕上げたもので壁面をおおい、パネル背面に吸音材を裏打ちし、両効果を満足しようとしている。

(4) 防災

鈴鹿トンネルの自動車火災以来、トンネルに対する防災のありかたがにわかに各方面の議論を呼んでいるが、名神高速道路の天王山、梶原トンネルにはそのしゅん功までに十分な実験にもとづき、自動車火災報知機、自動消火スプリンクラー（一部）、その他が設置されており、また、東名、中央道にもこれらの施設は行なわれるが、今後これらの改良進歩が考えられる。

(5) トンネル掘削機と巻立のプレファブ化

最近の長大トンネル化に対応して、国内でもこれらの機械化の方向が打ち出されている。すなわち、日本鉄道建設公団の青函トンネルにおけるウォールマイヤー型掘削機あるいは道路公団その他で計画使用されている小松ロビンス型掘削機、あるいは三菱型掘削機等、ようやく全自動掘削機も緒についた所である。これらはいずれもまだ3~4m程度の岩盤トンネル用であるが、将来さらに大きな断面のものを機械化する方向に発展しなければならず、これらのものは断面形状の問題、地質の多様性に対する適用性の問題等のほか工程速進のための巻立ブロック、あるいはプレストレス導入、地山、あるいは断層の化学的グラウト固結法、凍結固結法等多くの問題の検討、研究が望まれている。

7. 土工

わが国における道路土工の技術は、ここ十数年の間にいちじるしい進歩をとげた。

それには自動車交通の激増に応じて、大規模な道路の急速な建設が要請されるようになってきた社会情勢と建設工事の機械化に対する官民の努力による所が大きい。同時に高速道路のような大規模で水準の高い土工を急速に施工するために、道路施工の機械化と土質工学の進歩が促進されたことも見落してはならない。

(1) 施工機械の進歩

土工機械はブルドーザー類の大型化すなわち、最近の35tブルドーザーの出現、転圧機種種の普及、各種基礎工用機械等枚挙にいとまないが、特にわが国の土質、地勢

に応じた施工機械が出現使用され始めていると同時に、その施工されたものの品質の向上、すなわち変動の少ないしかも要求される精度の高い結果を得るべく、努力が続けられている。

(2) 土質工学の進歩

従来ともすれば、経験のみに頼っていた土工技術に理論的な骨組みが加えられ、機械化による道路土工の設計や施工の技術は一段と進歩した。

現在行なわれている道路土工では、もはや盛土の薄層締固め含水量の管理等は常識化したとも見られ、土工技術の水準はかなり高まってきている。

しかし、つぎのような点はなお多くの問題点として残されており、その解決が急がれている。

a) 機械化施工と土質

わが国の土質は、欧米などの大陸の土質にくらべて、はるかに変化に富んでいる。特にわが国に広く分布している火山灰質粘性土の性質はきわめて複雑である。その上多湿多雨の影響を受けて土の含水比はきわめて高く、最適含水比付近で締固めることができないばかりでなく、土工作業の繰り返しによる強度の減少がいちじるしく、機械化による急速施工をはなはだ困難なものとしている。現在、広幅履帯のブルドーザー、スクレープドーザーの出現により、施工性はより向上しつつあり、また、無限軌道式の土運搬車等わが国の土質に適合するものも研究されつつある。

このような軟弱で、鋭敏比の高い火山灰質粘性土を、できるだけ乱さないようにして掘削し、運搬し、締固めうる機械の開発や、トラフィカビリチーを向上させ、締固めを容易にし、かつ締固め後の土の性質を改善する工法の研究が現在さかんに行なわれている。

また適当な含水比のもとで作業する場合には、全く支障のない山砂のような砂質土でも、いちじるしい高含水比のもとで機械施工することはかなり困難である。梅雨期や寒冷地の霖雨期あるいは融雪期などに作業能率を向上させるためには、高含水比粘性土のみならず、このような砂質土に対しても適切な工法の開発がのぞまれる。

b) 盛土と路床

わが国の地形は、山岳、岳陵部が多く、変化に富んでいる。また家屋は密集し、交通網もよく発達している。このため、自動車の高速走行に応じた線形の道路を建設しようとするれば、地形の変化に応じ、河川、鉄道などと交差するため、高い盛土工事を余儀なくされることが多い。

道路の場合、高い盛土に生じる問題は、主として盛土の圧縮沈下により構造物取付部の路面に生じる不等沈下、工事中のり面崩壊およびり面変形と関連して工事後

に生じる路面の不等沈下などである。

高含水比の粘性土を盛土材料とした場合は、このような問題がより助長されることは良く知られており、盛土内の排水方法、盛土作業中の含水比対策や締固め方法などに、いっそうの配慮が必要になる。

路床は、舗装を介して受ける交通荷重によって起こる応力に対して十分耐え、さらに下部の路体に広く荷重を分散させる役目をもっている。このため交通荷重に耐える十分な支持力を持ち、舗装に対して有害な塑性的変形を最小限に止めるものでなければならない。そこで路床には CBR が大きく、PI の低い材料が適しているわけであるが、近年これに該当するような良質材料が得られにくくなっており、適当な土質改良工法の開発が強く要望されるようになってきた。東名高速道路に用いられた石灰によるローム安定工法等は有望であろう。

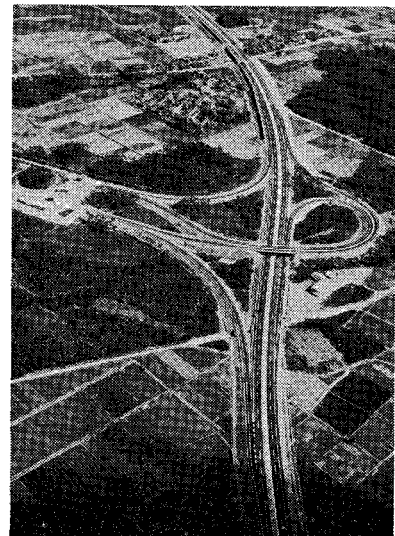
e) 軟弱地盤対策

高速道路のようなゆったりした線形の要求される道路では、軟弱地盤地帯でもこれを避けておすることはむずかしい。軟弱地盤地帯に高い盛土を施工する場合に生じる問題は、主として施工中にすべり破壊の事故を起こしたり、大きい不等沈下が長期間継続して路面や構造物に欠陥を与えることである。これに対し低い盛土を施工する場合には、交通荷重によっても路面の変形や不等沈下が助長されることが多くなる。軟弱地盤の処理工法は近年いちじるしく進歩した。とはいえ生成の複雑な自然地盤が相手であるだけに、なお不明な点も多い。これらの点については土質工学の進歩とともに、より適確な設計施工法の見出される日も近いものと期待される。

d) のり面の保護

近頃の盛土のり面は芝の欠乏にもよるが、ほとんどが

写真一 名神高速道路小牧インターチェンジ



吹付播種工法で行なわれ、未発芽時の量によるスコアーを適当な被覆剤を混入することにより大量施工に成功している。また急こう配のものにアスファルトマステックを利用した蛇籠工法等も採用されている。

岩盤あるいは転石まじり土などの山地を切取るときのり面安定については、セメントモルタル吹付けは従来より行なわれてきたが、切土のり面の崩壊事故が道路の交通や人命など社会に与える影響はきわめて大きい。それだけにより正確に地山の状況を把握し、科学的に適正なこう配を決める手段の研究と、確実なり面保護工法の設計施工の開発が今後の急務といえよう。

8. 舗 装

合衆国の州道路技術者協会 AASHO が約 10 年間の歳月と 100 億円の巨費とを投じた、いわゆる「AASHO 道路試験」については、少なくとも舗装にたずさわる道路技術者でその名を知らない人はいないであろう。試験の結果は 1962 年に公表され、そのぼう大な報告書には数多くの貴重な資料が提供された。

特に重要な成果としては、舗装供用性指数 Pavement Serviceability Index という舗装の供用成績を評価する新しい尺度を創造したこと、等値層厚 Layer Equivalency という考え方にもとづいて、舗装体を構成する各層の、同一荷重に対する使用材料別の支持容量を比較したことである。

舗装供用性指数によって、コンクリート舗装の優れた供用成績が再確認されたことは、アスファルト舗装の施工が圧倒的に優勢を示しているわが国の現状に対して、まさに頂門の一針といわれている。

ちなみに道路統計年報の示す、都道府県道以上の道路総延長比率は、昭和 35 年度で約 66% であったのが昭和 40 年度で約 82% に達し、また、この 5 年間の施工実延長は、コンクリート舗装の 750 km に対して、アスファルト舗装が実に 18 540 km に達している状況であるが、最近においては再びコンクリート舗装が改めて見なおされつつある。

すでに完成した名神高速道路と同じく、東名、中央両高速道路もアスファルト舗装である。いずれも、経済性と施工性との観点から決定したものであり、特に東名高速道路が昭和 44 年 5 月に全線開通の暁には、一貫したアスファルト舗装道路として世界最長の規模に達するとされている。

(1) 舗装の設計

アスファルト舗装の設計法は、昭和 36 年に改訂されたアスファルト舗装要綱にもとづいて行なわれるのが普

通であった。名神高速道路の場合も、路床部の設計 CBR を基礎として、アスファルトコンクリート表層 10 cm、粒調碎石上層路盤 20 cm、切込み材下層路盤 20 cm という断面を決定した。

AASHO 道路試験結果の解析に、等値層厚の考えが導入されたことはすでに述べたが、これをさらに舗装構造の設計に応用する試みがいろいろの研究機関で進められ、なかでも C.R. Foster の手法は高く評価されている。

名神に続く東名、中央両高速道路では、等値層厚の考えから求められた舗装厚指数 Structural Number を用いて舗装構造を決定している。舗装厚指数は、基準軸重に換算した車種別の推定交通量を所定の期間、支障なく通行させるのに必要な舗装体の、構造上の強さ、耐久性などを総合的に表わす指数であって、交通、気象、土質条件から算定される。東名の場合、1 車線当りの日最大交通量を 6 000 台と考え、車種別の構成を 10.2 t の基準単後軸重に換算して、10 年間約 674 万回の通行に耐えるために必要な舗装厚指数を 5.92 と算定した。5.92 を満足する各種の舗装構造を等値層厚にもとづいて試算し、その中から地方材料を活用し、しかも経済的かつ合理的なものを選定したので、舗装断面は区間によっていろいろの構造をとっており、名神が全線を同一断面で設計したのにくらべて、一步前進した設計と考えられる。ちなみに名神の舗装構造を等値層厚で算定すれば、舗装厚指数は 4.72 であることが知られる。

コンクリート舗装の設計は、昭和 39 年に改訂されたセメントコンクリート舗装要綱が基準とされている。この要綱は、旧要綱が戦後 10 年間の経験と海外の新知識との集大成であったのに対して、わが国における実際の経験と研究の成果とを十分に生かしたものであって、特にコンクリート版の設計法は諸外国の一流水準に、いささかもひけをとらない優れたものであるといえる。

(2) 舗装の施工

名神で初めて経験した高速道路は東名、中央に至って一段落し、昭和 41 年 7 月付の施行命令に示された、いわゆる新規 5 道 1 010 km において発展期に入った。ここに「より良い道路をより安く」という命題が表面に打ち出され、名神以来蓄積された施工技術は、精選・淘汰されて、新たに応用段階に開花していくことと考えられる。

たとえば、AASHO 道路試験でその優れた能力が実証されたアスファルト安定処理路盤は、地方材料を経済的かつ合理的に活用する観点から、さらに広く利用されるであろう。また路肩のアスファルト縁石は、中央分離帯縁石などに、利用範囲が広がられることであろう。

本年4月に着工した東名高速道路の第1次区間舗装工事を見ると、167万tにおよぶアスファルト混合物を消化するために、1970t/hの混合能力をもつアスファルトプラントが設置され、全21基のプラントのうちの10基が、100t/h以上の能力を有している。いずれも細部の改良が進むとともに、パンチカードシステムによるワンマンコントロールへ向かう傾向がいちじるしい。

アスファルトフィニッシャーは、計24台が投入され、条件の許すかぎり2台並列に走らせて縦目地をホットジョイントで施工している。自動レベリング装置の取り付けはすでに常識化された感がある。

舗装路面の平坦性評価に、プロフィールメーターを使用する方法が普及してきている。路面の平坦性は自動車走行の快適性と一次的に関連するから、常に最大限の努力が払われるが、従来の3m定規法が繁雑かつ非効率であることから、この方法はもっぱら舗装時の施工管理に利用して、総合的な判定手段にはプロフィールメーターを使用している。なお、機械、測定条件、解析から生じる若干の誤差については、今後の研究改善が望まれる。

(3) 今後の問題点

今後日本の高速道路は全国におよび、積雪寒冷地におよぶこととなるが、タイヤチェーンによる摩耗、氷結によるスリップ、降雪の視程障害、さらに降雨、霧による障害等、あるいは降雪方法の改善研究等、問題は山積みしており、真剣な努力が続けられている。

すなわち、大型舗装摩耗試験器(半径15m)の試作、氷結予知器の試作、雪、雨、霧に対する視程の研究、等が行なわれている。

9. むすび

わが国の高速道路は、名神に着工して以来10年で、ようやく高速道路の計画設計施工の技術を欧米から摂取し、その個別レベルはその水準に達したと思われる。

しかし前述したように、国土の地形、地質が諸外国と根本的に異なること、土地利用状況がその人口密度から細分化しており、小さな道路、水路の密度は世界随一、しかも多湿、多雨、多雪等、最も特異な状件の下に造る高速道路を最も日本的にしかも経済的に造る総合技術を創造しなければならない。

薄肉弾性ばりの理論

■V. Z. ウラソフ著 奥村敏恵他訳
B5・1,800円

開断面薄肉ばりの基本的な力学的性質から説き起し、タイプレートに補剛された部材、閉断面部材についての材料力学的理論を展開、各種の構造物、各種の荷重形式の下での安定問題など理論的背景を明らかにし、基本的な考え方を明確に示して解説。また多くの実例について計算結果をおさめて設計の便に供した名著。

改訂鋼橋

■平井敦著 B5・5,500円

好評を博した第一巻の続刊で、主としてローゼ桁・吊橋について、直接設計計算の実施に役立つよう、豊富な図表と内外諸文献を示して実用的に解説したもので今回最新の研究成果を織りこみ全面改訂

曲線げたの理論と計算

■渡辺昇著 B5・4,500円
曲線橋の理論と設計計算法を容易に理解できるように、数多くの数値表と計算例を盛りこみ、懇切に解説した手引書!

鉄道軌道

■八十島義之助 A5・1,500円
鉄道軌道の基本的理論を説きつゝ、その設計と強度に関連する構造力学的、車輛走行に関連する運動力学的側面から解明。

ACI. コンクリート検査便覧

■ACI-611 委員会編 B6・650円
アメリカのコンクリートに関する最高委員会の編纂によるもので、コンクリート検査に関する最良の方法を網羅収録。

セメントの話

■山田順治著 B6・350円
土木技術者である著者が、使用する立場から、セメントについて平易に解説したもので、土木・建築技術者の好指針書。