

を金額に換算してみると、年間約100億程度のプラスになると推定される。この区間の建設費は約400億円であるから、建設費の4分の1くらいのプラスを年間に想定されるというような推定も一応出ているようなわけであ

る。

このように高速道路そのものの建設というものは、日本の経済効果に対して非常に大きいことは、十分実証できるのではないかと考えているわけである。

最近の道路橋

村上 永一

最近の道路橋の現況を紹介しよう。道路の種類別に一級国道、二級国道、主要地方道、一般府県道、市町村道一どのくらいが永久橋になっているかということが、道路橋の現況を示す一番の数字である。現在でも耐荷力の低い木橋が地方には相当あって、道路交通の障害となっており、これを永久橋に整備することが現在の道路整備計画の一つの大きなスローガンである。一級国道の延長9250kmのうち、174kmが橋梁延長で、道路延長の1.8%が橋梁延長という現況である。このうち永久橋であるものが86%で、残りの24%が木橋という状況である。二級国道は15690kmのうち212kmが橋梁延長で、道路延長の1.35%に相当する。このうち永久橋であるものが76.6%、他は木橋である。主要地方道は道路延長の1.24%が橋梁延長であって、そのうち69.7%が永久橋となっている。一般の府県道では0.98%が橋梁延長で、そのうち50.7%が永久橋である。市町村道には約3000kmの橋梁があるが、その内容は不明である。

現在の橋梁整備の目標は上述の耐荷力の低い木橋を永久橋に整備することであって、実施中の5カ年計画の大きなスローガンとなっている。この5カ年計画は昭和33年を第1年度として実施中のものであって、5カ年間の総投資額を1兆円とするものであって、この計画に計上されている橋梁は一級国道47.9km、二級国道33.4km、主要地方道48.3kmとなっており、その費用は1670億円と概算される。その内訳は一般道路1072億円、有料道路600億円となる。これに対し今までどのくらい道路橋の整備費が使われてきたかという国の

予算の関係した分で、昭和33年度に173億円、34年度は232億円、35年度の予定は324億円であって、35年度の内訳は201億円が一般の道路橋であり、123億円が有料道路の橋梁である。これらをさらに分けると一般有料道路の橋梁が34億円、各古屋一神戸間の高速国道の橋梁が38億円、東京都内の首都高速道路の橋梁が49億円となっている。

つぎに道路橋はどういう種類のものがかけられているかということである。建設省の予算に直接関係あるものについては表-3のごとくであって、昭和33年度では、鋼橋が全体の46.9%、PC橋が34.9%、RCコンクリート橋が18.2%という事業費の比率になっている。34年度では、鋼橋が47.7%、PC橋が29.8%、RCコンクリート橋が22.5%となっており、前年度に比較してPC橋の割合が若干減り、RCコンクリート橋の割合が増えている。長大橋の場合は3~4年にわたる継続工事が多いので、年度によって消長があるから、正確には長い統計が必要であるが、表-3は最近における大体の傾向を知ることができよう。PC橋は%において前年度より下がっているが、33年度の50.5億円に比較して34年度は54.4億円と事業費は若干増加している。なおここに示す事業費は上部工だけのものでなく、下部工費もふくんでいる。RCコンクリート橋は33年度の26億円に比較して、34年度41億円と大巾に増加しているが、RCコンクリート桁は小スパンのものについて非常に有利である点が若干再認識されてきたのではないかと考えられる。

つぎに道路橋を計画する上の最近の傾向について述べ

表-1 道路橋の現況

区 分	道 路 延 長		橋 梁		永 久 橋		木 橋		5カ年 計画 整備 目標
	km	%	km	%	km	%	km	%	
一級国道	9250	174.5	1.8	150.4	26.2	24.1	13.8	47.9	
二級国道	15690	212.0	1.35	162.6	76.7	49.4	23.3	33.4	
主要地方道	27578	344.6	1.24	240.1	69.7	104.5	30.3	48.3	
一般府県道	94156	928.9	0.98	469.7	50.7	459.2	49.3	74.3	
市町村道	806254	2969.5	0.37					18.2	

表-2 5カ年計画における橋梁整備事業

(単位: 100万円)

	5カ年計画	33年度	34年度	35年度	36~37年度
一般道路	107200	15600	19400	20100	52100
有料道路	60052	1749	3827	12290	42186
一般有料	13447	1641	2206	3480	6120
名神高速	15205	108	461	3860	10776
首都高速	31400	—	1160	4950	25290
合 計	167252	17349	23227	32390	94286

表-3

年 度	種 別	全 体		鋼 橋		P C 橋		R C 橋		
		橋数	事業費	事業費	%	事業費	%	事業費	%	
33 年度	内地	国道直轄	106	2 530 000	1 205 000	47.5	905 000	35.8	420 000	16.7
		“ 補助	196	3 627 000	1 733 000	47.7	1 298 000	35.8	596 000	16.5
		地方道補助	298	5 328 255	2 354 127	44.2	1 730 000	32.5	1 244 128	23.3
	北海道	国道直轄	47	1 130 000	538 000	47.6	405 000	35.8	187 000	16.6
		地方道直轄	29	646 200	279 400	43.2	325 400	50.4	41 400	6.4
		“ 補助	69	1 221 704	690 915	56.5	390 153	32.0	140 636	11.5
	計	745	14 483 159	6 800 442	46.9	5 053 553	34.9	2 629 164	18.2	
34 年度	内地	国道直轄	170	4 550 000	2 160 000	47.5	1 390 000	30.6	1 000 000	21.9
		“ 補助	161	3 619 370	1 721 270	47.5	1 103 100	30.5	795 000	22.0
		地方道補助	356	6 658 429	2 954 214	43.7	2 050 000	34.0	1 654 215	22.3
	北海道	国道直轄	58	1 570 000	7 450 000	47.4	480 000	36.6	345 000	22.0
		地方道直轄	22	445 862	257 272	57.6	143 991	32.2	44 599	10.2
		“ 補助	91	1 446 369	901 543	62.5	279 194	19.3	265 632	18.2
	計	858	18 290 030	8 739 299	47.7	5 446 285	29.8	4 104 446	22.5	

よう。橋梁というものが道路の一環であるということが、最近非常に強く叫ばれている。昔はトンネルとか、橋梁とかを計画する場合、まず橋梁とかトンネルを先に計画して、前後の道路をそれに合せるという習慣があった。これはその当時においては、木橋が多いため、橋梁を整備するということが急なため、現在ある木橋をかけかえて、道路をそれにすりつけるという習慣が強かった。最近はある地点間を結ぶ道路計画というものが行なわれるようになってきた。たとえていうと名古屋・神戸間的高速道路というものは、その最たるものであるが、その他にも相当大きな計画がある。こういうような計画の中に入る橋梁というものは、みずから道路全体の線形に合わせて計画することが必要なのであって、橋梁の経済性は多少そこで犠牲にしても、道路計画の一環として交通にサービスするという傾向が強くなってきた。一方構造的にもそういうことが次第にできるような段階になっていて、たとえばカーブ内に橋を設けることであるが、神奈川県の日奈川橋（根府川から湯ヶ原の方に行くところの海岸沿いの二級国道の橋梁）は、橋長が 25 m 曲半径が 30 m という非常に短い曲半径の曲線桁のもので、単に路面が曲線というだけでなく、桁自身も曲線である橋梁をかけている。昔は斜橋というものを非常に嫌ったが、道路の線形を主体と考えれば斜橋ということはきけられないことであって、斜角が非常に小さいもの、すなわちスキューの度の強い橋梁が沢山できるようになった。たとえば大阪から和歌山に行く国道にかかる大町橋は、斜角 19 度である。こういう橋をあえてかけて、交通にサービスするようにやっている。

つぎに橋梁の勾配であるが、縦断勾配は中央を頂点とする凸形勾配を作るというのが、大体従来の橋梁の習慣的なことであつた。なるべく橋梁に縦断勾配をつけることは、排水上好ましいのであるが、あまりそれにこだわりすぎている嫌いなきにしもあらずで、その欠点を残

したものが各所に見られる。それに対して最近では橋梁自身を勾配の中に入れるということ、これは特に山岳道路の築造にあたって、勾配を橋梁に入れることがこのましい。昔は坂道でも一度橋のところまで平らにしてから、また坂を作るということをあえてしたのであるが、そういう必要はない。相当にきつい勾配の橋梁も沢山つくられるようになった。それから逆に凹形というか、中くぼみになっている橋もつくられるようになった。福島県の宮下橋は、鉄筋コンクリートの無ヒンジアーチであるが、中くぼみでないし 1.5% の放物線をつけている。こういうような橋が随所にできてくると考えられるが、高速道路が発達して、高速道路のインターチェンジ、また高速道路と高速道路の交差点においては、各方面への車線を平面交差することなく分配する関係上、非常に複雑な立体的な線形をとるので、どうしても曲線橋とか、斜橋とか、もっとそれを組合わせた非常に複雑な橋梁の架設が必要となる。それから車線も 2 層、3 層、4 層と、これは日本ではそういうのはできておらないが、将来そういうものをつくる場合には、下の車線の邪魔にならないような上の車線を支える橋脚を立てるという問題にぶつかる。ピアを立てる位置も、大きさも制限され、ピアをある限られたデナンジョンに立てて、それにあった上部構造をのせるという方式が今後強くなると思う。だから交通にサービスするためには、構造上の不利をあえて忍ぶという傾向が、非常に強くなるようにしている。しかしながらこういうものは、やはり道路の性格とか、使用度によって軟硬をつけるべきであつて、なんでもない田舎の道に、わざわざこういうことをする必要はない。程度の高い道路、重要な道路ほど、こういう傾向を強く打ち出す必要がある。

つぎに上路橋か下路橋かの問題にふれよう。これについては最近の状況としては、上路橋すなわち、デッキタイプのものが、交通の快適性、その他から好まれてい

る。下路橋については、むしろ長大支間などで経済的に上落橋との差が多い場合とか、前後道路の関係でやむを得ない場合にかかるという状況である。下路橋とする場合においても腹材をできるだけ少なくし、交通の快適性を保つということが強調されている。この上落橋は、交通の快適性のためばかりでなく、橋梁の拡張とか、車線増加とかいう場合に対して、非常に有効である。大きな巾員をもつ道路計画の場合には、初めから全体を施工しないで、第1期工事としてその一部を施工する場合にはやはり上落橋としておいた方が、将来の巾員拡大に対して好ましいことである。

次に橋梁の各論を述べよう。鋼橋は溶接構造の使用の普及、高張力鋼の利用により鋼重はいちじるしく軽減される傾向にあるが、P C 桁の出現とときを同じくして、各種の新型式の橋梁が考案されるようになって、これと対抗意識もあってさらに一段と鋼重が軽減されるようになった。

箱桁、格子桁、合成桁などは新しい主桁型式であるが、前二者は従来、力の伝達を単純化して平面構造力学を用いて解析していたが、実際には力は主体的に配分が行なわれているもので、立体構造によって耐荷するよう設計するが当然であって、これにより経済的設計も可能となる。これら新しい主桁型式はいずれも上落型式の道路橋に対して発達している。

溶接構造の利用は終戦後、第二次大戦中に発達した米国の溶接示方書に準拠して、昭和 25 年頃斑鳩橋（兵庫県）、舟形橋（山形県）の鉸桁の全溶接に端緒を開いた。これらは現場接合も無理して溶接を使用したのが、現在では現場溶接だけは鉸結する方式によっている。

トラス構造に溶接が利用されたのは昭和 29 年ころからで、諸富橋（福岡県）は溶接トラスの最初のものに属する。この溶接の普及にともなって、昭和 28 年より溶接性のよい構造用鋼材として SM 鋼、SMW 鋼が製造されるようになった。最近 10 カ年における特色あるものをあげれば次のごとくである。

長良橋（岐阜県）：橋長 272 m、巾員 18 m の 5 径間連続鋼板桁橋（45.0 + 56.7 + 67.1 + 56.7 + 45.0 m）
単位鋼重 358 kg/m²。

相模大橋（神奈川県）：橋長 381 m、巾員 9.0 m、7 径間ゲルバー鋼板桁、4 主桁の格子桁として設計され、高張力鋼 ST.S 52 を 748 t 使用している。

西海橋（長崎県）：中央径間は支間 216 m の固定構造アーチでアーチ閉合にあたって予応力を添加している。

勝瀬橋（神奈川県）：支間 130 m の斜張橋と鋼材 119.9 t ケーブルその他 41.9 t を使用している。

城ヶ島大橋（神奈川県）：中央は 3 径間連続桁の鋼床板箱桁（70 + 95 + 70 m）で単位鋼重 317 kg/m²。

尾形橋（宮城県）：支間 34 m のプレストレス活荷重合成桁（39.5 + 55.0 + 54.5 m）で単位鋼重 20. kg/m²。
毛馬橋（大阪府）：連続合成桁（39.5 + 55.0 + 54.5 m）で支点沈下とピアノ線でプレストレスを与えている単位鋼重 295 kg/m²。

修繕寺橋（静岡県）：格子鋼板桁を 2 ヒンジ アーチで支えたもので、支間 100 m、巾員 9.5 m で単位鋼重 330 kg/m²。

P C 桁については、これが日本において工業化したのは昭和 27 年からであって、当初の 2 カ年は Pre-tension 桁のみであったが、昭和 29 年以降は Post-tension 桁も架設されるようになった。工法としてはフレシネ方式が圧倒的であるが、BBRV 方式、ディビダーク方式、レオンハルト方式、阿部方式が利用されるようになり、昭和 33 年度の 526 橋中、ポストテンション桁が 195 橋、プレテンション桁が 331 橋で、ポストテンション桁のうち、安部方式が 3 橋、マグネル方式が 2 橋、ディビダーク方式 1 橋となっている。P C 桁橋のおもなものをあげれば次のごとくである。

単純桁 上松川橋（福島県）40.7 m

赤生津橋（岩手県）41.1 m

連続桁 中戸橋（長崎県）32.3 + 40.0 + 32.3 m

ゲルバー桁 遠藤橋（静岡県）

突桁 27 + 吊桁 30 = 57 m

ディビダーク方式 嵐山橋 11.9 + 51.2 + 11.9 m

名田橋 50.0 + 10 @ 70 + 50.0 m

最後に鋼桁かコンクリート系桁かの問題にふれよう。P C 桁の出現する前には R C コンクリート桁では単桁で 15 m 以下、ゲルバー桁で 30 m 程度まであって、それ以上は一般に鋼橋の領域と考えられていた。P C 桁の出現により、単桁で 41 m、ディビダーク方式で 70 m の支間が主工事であって、支間 100 m 以下では鋼橋か P C 橋かの問題にたえず直面するようになった。特に 30 ~ 40 m 支間においては合成桁か P C 桁かの比較が微妙な関係にある。P C 桁は鋼橋に比較して自重が重い。従って同一条件で設計されれば鋼橋の場合の下部工は P C 桁のそれに比較して簡易なものでなければならぬ。このような観点より単に上部工の比較だけでなく、下部工、取付道をふくめた全体で比較されるべきものである。

さらに大きな支間となり、ディビダーク工法と比較する場合には橋脚は固定脚とする必要があるので地質の条件によって下部工費が大きな変動をなす。この条件よりすれば、地質が良好な岩盤であれば、最も有利とするのは、ディビダークであるということになる。

徳島県の名田橋において、ディビダークと一部合成のゲルバー式の鋼鉸桁と比較した例を次に示す。

		上部径間割	開同根入長	橋脚度
ディビダーク	l=800 m	50 m+70×10+50	32 m	10
G. Girder	l=800 m	46.7m+54.3×13+46.7	25 m	14

形型式とすれば Well の最大根入長は 22 m となり、下部工事においても逆に約 900 万円安くなる。

この工費の比較は全体で 3 億 63000 万円 (ディビダークの場合) に対し G. Girder 上部工で 500 万円安い、下部工で 1100 万円高く、計で 600 万円高くなる。以上は第 1 回の比較であって G. Girder は上部工が軽いのかかわらず、下部工の工夫がなされていない。ディビダークのピアは、プレテンションを利用して中空型式の躯体であって、G. Girder のピア R C の充腹型式によるもので 180 t も重いものである。上部工の努力をむなしくしている。この程度の軽い G. Girder に対し門

このことは上部工に適して下部工を考えることであり、架設地点の地質が橋種決定の大きな要素になることを示すものである。このような橋種の異なったものを比較する場合は同じ条件で比較することが重要なことであって、将来の維持費、利用度、安全性などをふくめて、共通の基盤において比較する必要がある。いずれにしろ、この地点に適し、利用効果が高く、経済的な橋梁の架設こそわれわれ技術者の願望してやまない目標であらねばならない。

衛生工学の諸問題

左 合 正 雄

1. 緒 言

近年衛生工学は上下水道をはじめとして、工業用水・産業廃水・し尿塵芥処理・河海の汚濁防止・原子力関係と非常に広範囲にわたっている。この分野における諸問題について概観してみたいと思う。

2. 上 水 道

水源の問題としては、洪水調節・発電・かんがい等のために近年ダムを建設し河水の貯水が行なわれている。この貯水をまた上水道の水源として利用するところが多くなった。そうすると雨の降った時の濁水が貯水されるために、これを上水道の水源として使う場合には長期にわたって濁度の高い水を処理しなければならなくなるので、従来の浄水施設に支障をきたすことがある。また貯水すると藻類が発生して、これが水に臭味を与えたり、ろ過池を閉そくするという問題が起こってくる。発電の立場からはどの水位から取水しても必要な水量さえ確保できればよいわけであるが、上水道としては取水塔を用いてなるべく藻類の発生が少ない水層から取水できるようにすることが望ましい。藻類の駆除に対して、上水道の貯水池においては従来硫酸銅のような薬剤を用いているが、他の目的のために貯水された大量の水に対して薬剤を使用することはできないので、近年二重ろ過やマイクロストレーナーという 400メッシュくらいの非常に細かいスクリーンも用いられるようになった。産業廃水・農業による水源汚染の問題も起こっている。近年水源の問題は各都市ともひっばくしている、隣接都市が

共同して広域水道が計画される傾向にある。その例としてはすでに北九州水道組合・阪神上水道組合・大阪府営水道等がある。

つぎに浄水については、まず沈殿の問題であるが、近年沈殿池に整流壁・導流壁を設けると沈殿池内の偏流が矯正され、沈殿効果がよくなるという事実にもとづいて、沈殿池の構造が変ってきている。さらに密度流による偏流をもなくすために、東京都に 2 階沈殿池が造られた。薬品沈殿においては液体硫酸ばん土が使用されるようになった。高濁度水や低濁度水、あるいは水温の低い時の凝集沈殿に関して凝集補助剤の研究が進められている。たとえば高濁度水に対してはアルギン酸ソーダ、低濁度水の凝集効果をよくするためにベントナイト、水温の低い時の凝集効果をよくするために活性珪酸の使用等が研究されている。さらに薬品沈殿をした時の汚泥の中には使用した薬品が必ずしも完全に働かないでそのまま残っているから、これを有効に使う目的で、その汚泥を循環して使用したり、これにいくらかの薬品を加えて再活性化して利用する研究が行なわれている。特に近年薬品沈殿において加えた薬品と全体の水とをよく反応させるためには、水と薬品とをよく混和することが大切であるということが注意されるようになって、急速かくはんの設備が設けられるようになった。さらに薬品を混和したのち微細な浮遊物や溶存物質を吸着したフロックが形成されるように、かくはん速度を調節することのできるフロキュレーターが用いられるようになった。また最近では薬品沈殿の効率を高め、よりコンパクトな構造にした各種の強制沈殿池も出現している。これは高能率ではあ