

日本道路公団における橋梁計画への取組み

猪熊 康夫*1・大城 壮司*2

1. はじめに

橋梁設計において、日本道路公団（以下、JH）では、経済性・採算性に配慮した道路建設および維持管理コストの抑制を目標としている。

JHにおける既設橋梁の形式別比率を図-1に示す。平成9年以前に開通した橋の比率では、大まかに分けてコンクリート橋が60%、鋼橋が40%となっている。鋼とコンクリートの比率は、平成9年以前も最近のデータもほとんど差がないが、コンクリート橋の中で見ると、最近のコンクリート橋ではRC橋がほとんど使われていないということがわかる。これは、ひび割れを許容するRC構造に代わるものとして、ひび割れ制御が可能なPRC構造が開発されたことによって、RC構造の占めていた割合がPRC構造へ移行したためである。

高速道路の整備予定延長は約2000kmである。これまで以上の橋梁建設費の縮減と、供用延長が伸びていくなかで維持管理費を抑制していく必要性から、今後の橋梁計画の方向性を示す。

2. 今後の橋梁形式選定時において検討すべき項目

2.1 さらなる建設費の縮減

表-1に、JHにおける最近の適用支間長に対する主な上部工形式を示す。

最近の橋梁形式選定においては、地盤条件が標準的な場合、40m～70m程度の適用支間長は鋼橋が経済的であるが、その他の適用支間長ではコンクリート橋が経済的に優位となる傾向である。

プレストレストコンクリート橋においては、外ケーブルと内ケーブルの合理的な配置を採用することにより、経済的優位性はさらに増すものと思われる。これは、PCグラウトのブリーディング抑制に対する品質管理方法の見直しと、PCグラウトの施工中および硬化後に充てん状況を確認する

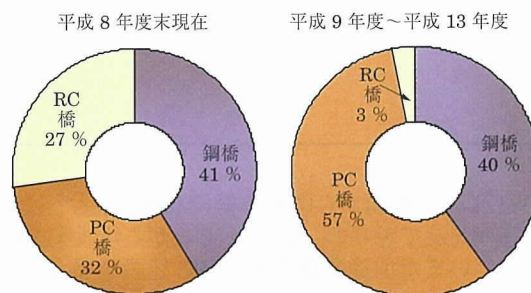


図-1 橋種の供用延長別比率

技術開発などPCグラウトの技術規準の整備を行ったために可能となったものである。なお、内ケーブルへのPCグラウトの施工難易度は依然として高いものであるため、充てん性のよい直線配置への採用に限定し、施工計画策定時には十分な検討を行っている。

波形鋼板ウエブ橋においては、波形鋼板パネルを標準化することによる製作の省力化と床版との接合部に合理化構造の採用、波形鋼板の防食仕様の上昇、ステンレスやチタンなどの耐食材料の適用性検討など、波形鋼板ウエブ構造の最適な構造細目を検討している。また、北海道縦貫自動車道鳥崎川橋では、波形鋼板ウエブ橋の押し出し架設の合理化を計画している。波形鋼板を押し出し架設時の手述べ桁として代用し、押し出し架設完了後には代用した波形鋼板を本体部材として利用する、従来の手延べ桁を必要としない架設工法である。手述べ桁となる波形鋼板部分はフランジを接合して引張耐力を確保し、圧縮力に対しては、軽量化も考慮して超高強度繊維補強コンクリート等により下フランジを補強する(図-2)。外ケーブル配置にしている架設ケーブルの転用も可能であり、平成16年度末の施工に向けて現在詳細検討中である。

2.2 環境への対応

道路建設は、少なからず自然環境の改変を伴うため、環

表-1 適用支間長と主たる上部工形式

適用支間長	20 m ~ 40 m	40 m ~ 70 m	70 m ~ 120 m	120 m ~
鋼橋	少主桁橋	少主桁橋	狭小箱桁橋 開断面箱桁橋	トラス橋 鋼床版箱桁橋
コンクリート橋	PRC 2主版桁橋 工場製作セグメント PC箱桁橋	PC箱桁橋	PC箱桁橋 波形ウエブ橋	波形ウエブ橋 複合トラス橋 エクストラロード橋

*1 Yasuo INOKUMA : 日本道路公団 技術部 構造技術課 課長

*2 Takeshi OHSHIRO : 日本道路公団 技術部 構造技術課

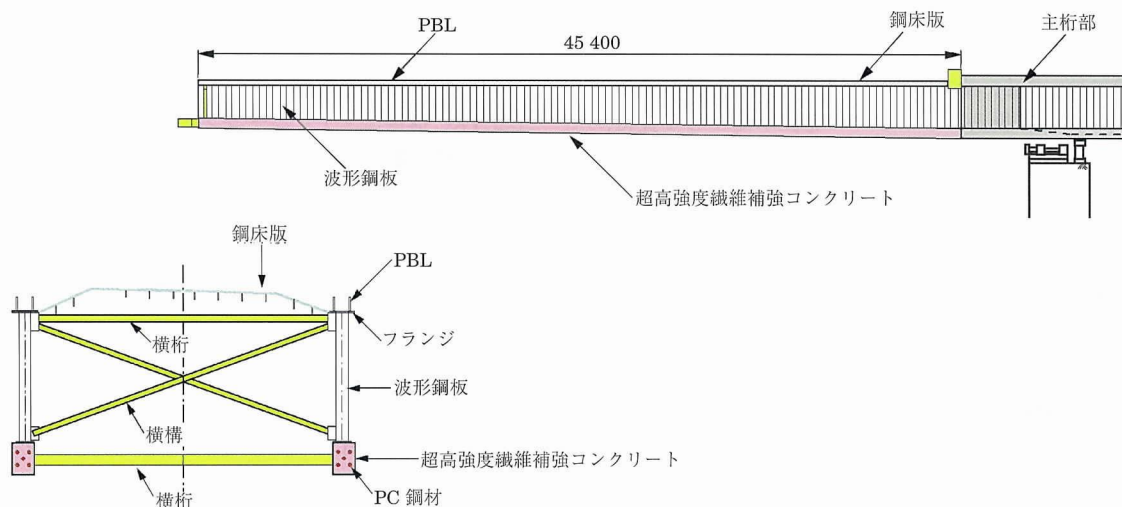


図 - 2 波形鋼板を手延べ桁に代用した押し出し架設概要

境負荷をいかに最小限に抑えるかを考えなければならないが、一方で人工環境の創造という視点もある。とくに橋梁のような道路構造物は、一般的には、自然環境に溶け込むように目立たせなくする工夫が必要とされるが、状況によっては地域のランドマークとして積極的な意匠検討を行う場合もある。

自動車が高架道路上を走行すると、その振動によって床版や桁から下方に音が放射される。その音の大きさは走行車両の速度や重量に加え、橋梁構造に依存しており、(社)日本音響学会提案の道路交通騒音の予測モデル「ASJ RTN-Model 2003」において、大型車両による高架構造物音のパワーレベル式として以下のように規定されている¹⁾。

$$L_{WA, str} = a + 30 \log_{10} V \quad [\text{dB}] \quad \cdots \text{式}(1)$$

ここで、 V は走行速度 (km/h)、 a は橋梁種別ごとに表-2 に示す値であり、音響的特長を重視した5分類と、実用性を考慮した3分類の2パターンで設定されている。鋼橋よりコンクリート橋のほうが3.4~7 dB程度ではあるが、発生騒音に対し優位性があることがわかる。

表 - 2 橋種ごとの a の値

橋 種		a	
鋼橋	鋼床版箱桁橋	40.5 (2.0)	
	コンクリート床版箱桁橋	36.9 (3.9)	34.6 (2.7)
	コンクリート床版鈹桁橋		38.6 (3.8)
コンクリート橋	I 桁橋	33.5 (3.4)	30.9 (3.1)
	I 桁橋以外		34.9 (2.8)

※括弧内の数値はデータのばらつきを示す標準偏差 [dB]

また、地球温暖化要因の一つとされる炭酸ガスの排出量を橋梁工事の観点で見ると、道路構造別または橋梁種別ごとに差異が推測されている。たとえば、コンクリート橋の施工に伴う炭酸ガス排出量は、鋼橋の排出量に比較して少ないといった報告も見受けられる²⁾。橋種はさまざまな条件を考慮して選定されるが、これら高架構造物音や炭酸ガス排出量は、今後の判断基準の一つとなると考えられる。

土木工事において一般的に使用されている材料には、含

まれる成分が環境や人体に有害な物質を含んでいる場合がある。代替可能な他の材料が無くこれらを使用する場合には、関連法規や製品安全データシート (MSDS) に記載されている事項に留意し適切に対応していかなければならない。なお、JH では代替材料の開発・検討も行っており、最近では、鋼橋の塗装に鉛・クロムフリー塗装が採用できるよう技術基準の整備を行ったところである。

現在の橋梁計画における環境負荷の軽減策では、騒音・振動の発生要因となる伸縮装置をいかに減らすかが重要である。JH では、免震技術の応用による連続化や、延長床版構造などによる伸縮装置を減らすことで環境保全に取り組んでいる。

2.3 維持管理の容易さと LCC 評価

高速道路の供用延長も 7 000 km を超え、橋梁の管理延長も 1 000 km に達している。高速道路ネットワーク整備の初期の頃は、「早く・安く」作ることが高速道路建設の最大の目標であったが、供用延長の増大や老朽化路線の増加とともに維持管理費も増加し、維持管理費を抑制することも同時に考えなければならなくなっている。当然のことながら、橋梁形式選定においても、環境条件に応じて維持管理費を最小にするような配慮が必要になっているし、とくに最近ではコンクリートの中酸化や塩害など耐久性に関する性能の予測手法も確立されるようになってきており、維持管理費をより定量的に評価することが求められるようになってきた。JH においても、橋梁の維持管理費の最小化を目指し BMS (Bridge Management System) の確立に向け技術開発を行ってきており、科学的分析と既設橋の点検データに基づいた劣化予測と LCC 評価を行うことを目指している。しかしながら、50 年以上に渡る維持管理費を正確に予測することは難しく、建設費と同じ精度で評価することに無理がある。橋梁をどのように維持管理していくかを明確にイメージし、維持管理を容易にする構造の採用などを橋梁計画に反映していくことが重要である。

2.4 工事発注単位

橋梁の形式選定では、経済性や維持管理性などの橋梁の

性能に直接関わる事項のほかに、その橋梁を建設する際の発注方式や発注単位なども考慮する必要がある。たとえば、個々の橋についてもっとも経済的な形式を選定するよりも、ある範囲内にある橋梁群をひとつの発注単位として捉え、形式を統一することで工事が効率化しより経済的になる場合や、将来の維持管理が容易になることなどのメリットがある。むやみに工事規模を大きくしすぎても工期が長くなりすぎて非効率となる場合もあるが、工事発注単位は、より大規模なほうが仮設備や支保工の転用などにより共通的な経費が節減できることから、プレキャストセグメント工法を用いた大規模工事などはとくに有利と考えている。

2.5 新しい契約制度

入札参加希望者の技術開発や得意分野を最大限に生かし、経済的な道路建設を行うため、契約後 VE 提案方式や入札時 VE 提案付設計・施工一括発注方式などの新しい契約制度を試行導入している。従来の価格のみの競争から技術力の競争に変換を図ることにより、技術力を有する施工者が有利となるものである。また、経済的な道路建設を可能とするだけでなく、採用された VE 提案によって、提案者へ利益還元があることも特徴である。施工者にインセンティブが働くことによる、より一層の技術開発促進が期待される。

① 契約後 VE 提案方式

設計図書により入札を行ったあとに、設計手法も含めて VE 提案を受け付ける、契約後 VE 提案方式（設計 VE）を平成 15 年度より試行している。対象橋梁を表-3 に示す。

表-3 設計 VE 対象橋梁一覧

工 事 名	
第二東名高速道路	花倉高架橋 (PC 上部工) 工事
第二名神高速道路	池田高架橋東 (PC 上部工) 工事
第二名神高速道路	錐ヶ瀧橋 (PC 上部工) 上り線工事
第二名神高速道路	錐ヶ瀧橋 (PC 上部工) 下り線東工事

VE 提案事例として、PC 箱桁構造の標準案に対し、ウェブにプレテンションウェブ工法を採用する提案がある。上

部構造の軽量化と施工の省力化を図ることで経済性を高めた形式で、採用に向けて、プレテンションウェブのせん断分担率や終局耐力などについて検討を行っている。その他に、PRC 構造にファイバーコンクリートを採用することにより、ひび割れ幅制御効果を向上させ PC 鋼材量を削減する提案もある。

② 入札時 VE 提案付設計・施工一括発注方式

本契約方式は、一般的には橋梁全体（上下部工）を対象とし、設計と施工方法に対して入札参加希望者から VE 提案を募集し、審査で適切と認められた提案の中から価格競争により契約を行うものである。本契約方式も標準案による入札も可能としている。比較的民間の技術開発の進展が著しい分野や、施工方法等に関して固有の技術を有する分野などの工事で、架橋地点に制限が少なく、自由な形式検討ができる橋梁が対象となる。

平成 15 年度に発注を行った、高知自動車道（四車線化）しなね橋工事の事例では、7 径間連続鋼 2 主桁橋の標準案に対し、7 径間連続鋼 2 主桁ラーメン橋を提案した入札参加者が落札している。

3. ま と め

JH は平成 17 年に民営化し、それ以降は 3 社の高速道路株式会社として、約 2 000 km の高速道路を整備する予定である。現時点では、適用支間長 40 m ～ 70 m 以外ではコンクリート橋に価格競争力があるものの、今後の整備にあたっては、より一層の建設費・維持管理費の縮減と環境への配慮が求められている。引続き積極的な技術開発を行うとともに、新しい契約方式において有効な設計法を求めていくなど、多様な視点から橋梁計画に取り組んでいきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 三百田, 榊原: 環境と橋梁, 橋梁と基礎, 2003.8, pp.113 ~ 115
- 2) 例えば, 泉満明: 道路建設事業に関連する環境問題, 道路, 2004.1, pp.56 ~ 60

【2004 年 11 月 16 日受付】