

上部工を鋼桁とした上下部一体型複合ラーメン橋 (インテグラル橋梁)の設計事例

東北地方整備局 青森河川国道事務所 工務第二課 あかひら ひろふみ
赤平 博文

1、はじめに

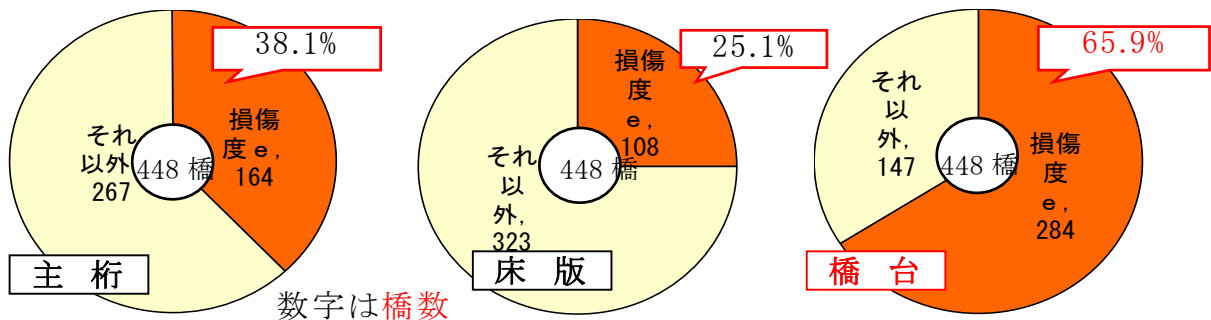
公共事業の縮小が進む中、合理的な社会資本整備のために、従来の構造形式にとらわれない提案が求められている。さらには初期工事費のみならず、LCC(ライフサイクルコスト)までを見据えた事業計画が必要となっている。本報告では軟弱地盤上に計画される橋梁に対して、鋼製の上部構造とコンクリート製の下部構造を剛結一体化した“複合ラーメン橋(インテグラル橋梁と呼ばれる。以下同)”を採用し、大幅なコスト縮減を実現した“津軽自動車道 川山こ道橋”の事例について示す。

2、従来の橋梁と比較したインテグラル橋梁の優位性

2.1 従来の橋梁における課題

表-1は平成16年度に実施した東北地方整備局管内の橋梁定期点検結果をもとに、部材ごとの損傷状況を示したものである。主桁・床版に対して橋台の被損傷率が大幅に高いことがわかる。損傷の大半は橋面から伸縮装置等を経由した滞水および土砂堆積などを要因とする橋座・支承周りの損傷であった。(図-1)橋梁の“要”となる支承部の損傷・劣化対策は、現況の維持管理における主要な課題の1つであり、根本的な解決策が模索されている状況である。

表-1 東北管内448橋分の橋梁定期点検結果において
損傷度“e”が認められた橋梁の占める割合(主要部材別)



※損傷度e:橋梁定期点検要領(国土交通省道路局)に示される指標で個々の部材損傷に関する損傷度が最も進行した状態



図-1 桁橋の主な損傷写真

2.2 インテグラル橋梁の長所

インテグラル橋梁は欧米では既に多数の施工事例を有しており、標準化が進んでいる形式である。しかし耐震性能の要求レベルが日本とは異なることなど、検討すべき点があり、これまで日本国内では積極的な採用が見送られてきた。

一方で、インテグラル橋梁は表-2のような長所を有しており、本橋のような軟弱地盤・厳環境といった与条件下においては、従来形式と比較して高い優位性を示すと考えられた。そこで本橋の設計業務では計画与条件を前提に、日本国内の設計規定のなかでのインテグラル橋梁の適用性を勘案し、従来形式(鋼単純鉸桁橋梁)との比較検討を実施した。また設計検討の過程においては、日本国内で採用する場合に、インテグラル橋梁が優位となる与条件(橋長等)の範囲を検討し、コスト比較として取りまとめた。

表-2 インテグラル橋梁の主な長所

● 経済性	<ul style="list-style-type: none"> 両橋台の背面土圧を均衡させ、地震時にも背面土の受動抵抗を期待することで杭頭反力を軽減する。鋼桁とすることで鉛直反力も低減する。故に基礎工費が大幅に低減できる。 支承、伸縮装置、落橋防止装置が不要となり、工費が低減できる。
● 維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 本形式には維持管理上のネックとなる支承・伸縮装置が不要であるため、従来形式と比較して損傷劣化要因が大幅に少ない。その結果LCCが低減できる。 輪荷重による桁端部のインパクトが解消されるため、上部工の疲労劣化を軽減できる。
● 走行性	<ul style="list-style-type: none"> ジョイントレス構造のため振動・騒音を軽減できる。
● 耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 上下部工一体型のラーメン構造であるため、不静定次数が高くなり、耐震性が向上する。

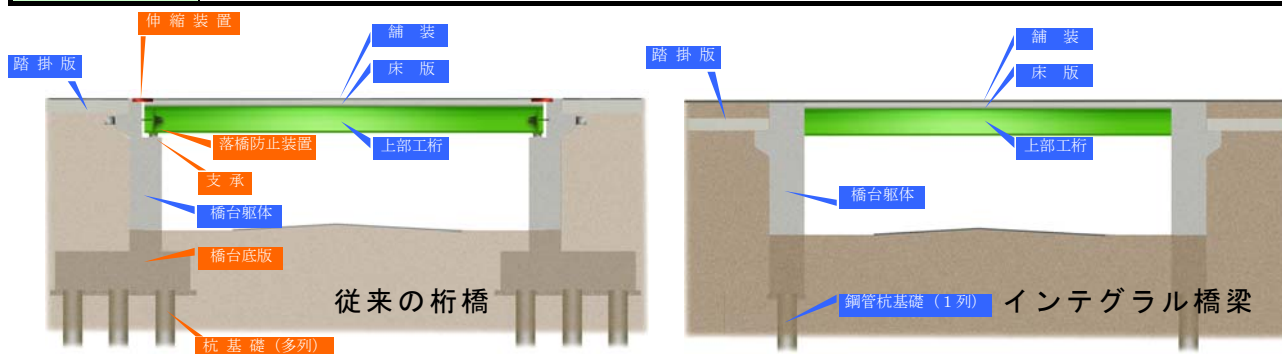


図-2 桁橋とインテグラル橋梁の相違点 (橙色部が相違点)

3. 報告事例におけるインテグラル橋梁の適用性

3.1 計画与条件

本橋梁は一般国道101号津軽自動車道浪岡五所川原道路の延伸に伴い計画されたこ道橋であり、交差物は一般国道339号(新道)である。交差道路の幅員条件に基づき、橋長は30m程度となる中規模橋梁であるが、水田転用地であり、かつ岩木山の火山灰堆積性地質であるため土質条件はⅢ種地盤(支持層深さ約47m)と著しい軟弱地盤である。

3.2 従来形式(鋼単純鈹桁案)との初期工事費比較結果

インテグラル橋梁と従来形式との経済性比較結果を表-3に示す。インテグラル橋梁は、現時点では斜橋への適用性が確立されていないため直橋として計画した。

- 第1案:インテグラル橋梁案 :橋長 37.0m(直橋:背面普通盛土)
 第2案:鋼単純非合成鈹桁案(従来形式) :橋長 30.0m(斜橋:背面軽量盛土)

表-3 本橋における工事費の比較(インテグラル橋梁案 対 鋼鈹桁案)

	第1案:インテグラル橋梁	第2案:鋼単純非合成鈹桁(従来形式)
構造図		
上部工工事費	66,800千円 (172千円/㎡) ○付属物(支承・落防・伸縮装置)不要 ○剛結構造のため対傾構・横構等の単純化により鋼重が軽減	99,400千円 (316千円/㎡) ○付属物費用含む
下部工工事費	53,700千円 (138千円/㎡) ○単列鋼管杭(本数の大幅軽減)	77,700千円 (247千円/㎡) ○軟弱地盤のため基礎工費が増大
土工工事費(背面土)	106,800千円 (275千円/㎡) ○通常盛土	125,100千円 (397千円/㎡) ○FCB使用
総工事費	227,300千円 (585千円/㎡)	302,200千円 (959千円/㎡)
従来案との比率縮減率	0.75 25%の工費縮減(初期工事費のみ)	1.00 -
橋長有効幅員	L= 37.0 m B= 10.5 m (388.5 m ²)	L= 30.0 m B= 10.5 m (315.0 m ²)

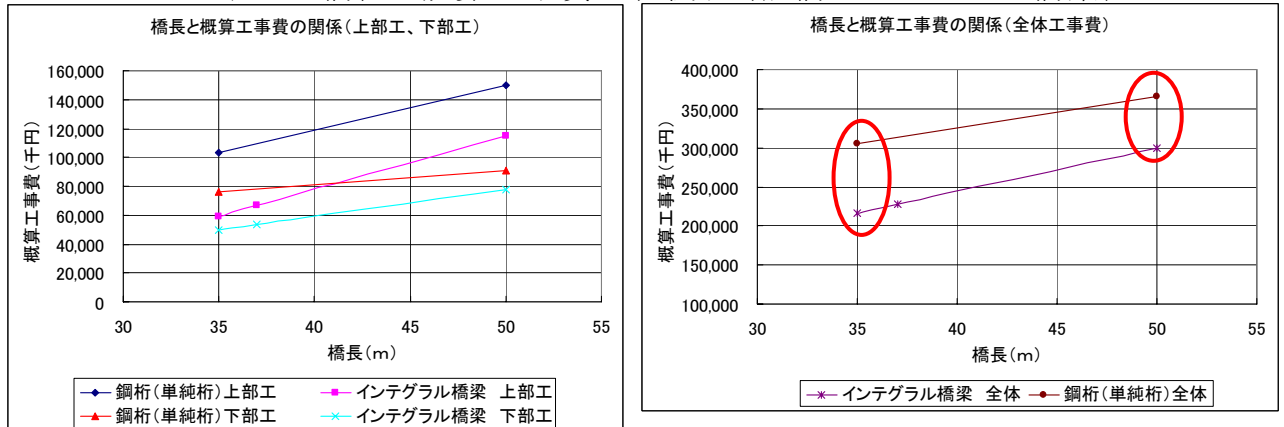
表に示すとおり、本橋の与条件の下では、インテグラル橋梁案を採用することにより25%の工費縮減が可能となることが判った。縮減の主要因は、上部工関係では付属物(支承・落防・伸縮装置)費控除、桁構造単純化による鋼重軽減、下部工関係では基礎工・底版縮小、そして背面土の材料費低減である。

4. インテグラル橋梁の一般的適用性について

4.1 橋長と工事費に着目した最適適用範囲

地盤条件を本橋と同一として、橋長35mから50mまでの範囲で、インテグラル橋梁形式と鋼単純桁形式との工事費推移を比較した。橋長が伸びるにつれて経済性の差は縮まるが、橋長50mにおいてもインテグラル橋梁の優位性は確認できる。

表-4 橋長と概算工事費の相関性(桁橋とインテグラル橋梁)



4.2 構造的に着目した最適適用範囲

■ 橋長 ⇒ 橋長は50m程度が適用限界

- 上下部工が剛結されたインテグラル橋梁における常時変形の主要因は主桁の温度変化による伸縮である。そのため移動量(変形量)は、主として橋長に支配される。現時点では橋長50m程度が上限と考えられ、それ以上とする場合には、桁伸縮による橋台と盛土間の空隙や舗装の追随性に対する検討が必要と思われる。

■ 基礎工 ⇒ 軟弱地盤において優位性が見られる

- 基礎の負荷を低減でき、さらに単列杭が採用可能なインテグラル橋梁は、基礎工費を大幅に低減できる。またレベル2地震動に対しても橋台基部の変形を拘束しないため耐震性能が向上する。すなわち基礎工費が全体工費に占める率が低い直接基礎では本形式の経済的メリットは少ないが、基礎が巨大化する軟弱地盤においては高い優位性が見られる。

■ 橋台背面構造 ⇒ 橋台変形に追随性のある通常土砂を使用

- インテグラル橋梁は橋台背面土の受働抵抗により変位量・断面力を抑制する。そのため拘束力を発揮しない盛土材(FCB, EPS等)の採用は難しい。
- 通常の土砂を使用するため経済性に優れ、残土発生量も抑制できる。

5. まとめと今後の展望

- 日本においてもインテグラル橋梁が軟弱地盤上において高い優位性を有することが確認できた。
- 損傷を受けやすい支承や伸縮装置が不要となる事により、維持管理性が向上し、インテグラル橋梁はLCCの低減に寄与する。
- 現段階では国内での施工実績や供用履歴が少ないため、今後は事例を重ね最適適用範囲の精査や設計・施工方法の一般化が求められる。施工時に隅角部・橋台・背面土に計測機器を設置して応力や土中挙動を追跡観測するなどの方法で設計手法の妥当性を検証し、更なる設計基準向上を図る事が重要である。