

橋台部ジョイントレス構造のコスト縮減効果に関する研究

(独)土木研究所 正会員 ○遠藤 繁人, 和田 圭仙, 非会員 七澤 利明

(株)エイト日本技術開発 木村 真也

1. はじめに 橋梁の橋台周辺部の損傷は、支承や伸縮装置付近において多く発生しており、これらが維持管理上の課題となっている¹⁾。また、中小規模の橋梁では、橋梁全体コストに占める支承や伸縮装置の割合は相対的に高い。このような課題への対応として、橋台と上部構造を剛結し、支承や伸縮装置を省略した構造とすることが建設及び維持管理コストの低減と維持管理作業の軽減に対して有効である。この構造は、伸縮装置を省略することで走行性が向上するとともに、地震時に落橋に至るリスクが低下するなどの利点がある。橋台部をジョイントレス構造とした橋は、欧米ではインテグラルアバット橋 (Integral Abutment Bridge) として 1930 年代より普及しているが、日本では、長らく設計法が体系的に整備されておらず、橋台背面舗装の損傷といった維持管理上の課題が生じた等の理由により、現在まで広く普及するに至っていない。しかし、平成 24 年道路橋示方書・同解説²⁾において橋台部ジョイントレス構造の設計について新たに規定され、同年にインテグラルアバット構造の設計・施工ガイドライン (案)³⁾も刊行されたことから、今後、橋台部ジョイントレス構造の普及が期待される。本研究は、橋台部のジョイントレス構造の普及の一助となるように、支承と伸縮装置を有する従来構造とジョイントレス構造のライフサイクルコスト (以下、LCC) の経済性比較を行い、橋台部ジョイントレス構造のコスト縮減効果を検証した。

2. 橋台部ジョイントレス構造の構造形式

橋台部ジョイントレス構造の構造形式としては、大別して、門型ラーメン構造とインテグラルアバット構造がある。門型ラーメン構造は、温度変化等に伴い上部構造に生じる変形に対して、橋台躯体及び基礎の剛性により上部構造に生じる変形を拘束する構造形式である。一方、インテグラルアバット構造は、温度変化等に伴い上部構造に生じる変形に対して、橋台基礎が柔軟に変形することにより許容する構造形式である。図-1 に橋台部ジョイントレス構造の概要を示す。

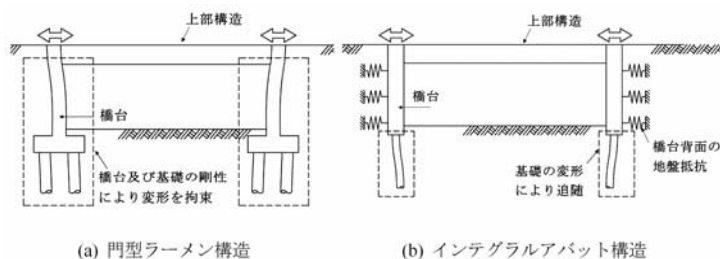
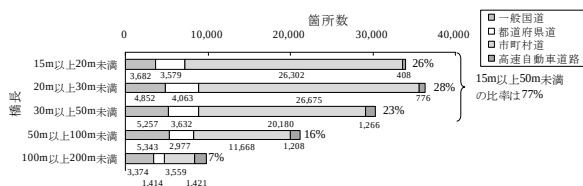
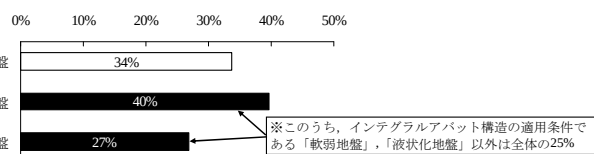


図-1 橋台部ジョイントレス構造の概要

3. 橋台部ジョイントレス構造の適用対象 橋台部ジョイントレス構造は、径間長が長い場合、橋台高さが高い場合、斜角を有する場合、複数の径間を有する場合等については、不静定力や変位が著しく大きくなり適用が困難となる。門型ラーメン構造については、不静定力の影響等からこれまで 50m 程度、橋台高さで 15m 程度までの条件で適用されている。斜角については、これまでの実績では 75° 以上の斜角を有する場合で適用事例がある。インテグラルアバット構造については、これまでの実績では、径間長で 40m 程度、橋台高さで 10m 程度までの条件で適用されている。なお、斜角や曲線による影響に関する知見が十分でないことから、直橋に対してのみの適用を標準としている⁴⁾。また、特に、インテグラルアバット構造の場合には橋台背面の地盤が確実に抵抗することが適用の前提条件となるため、軟弱地盤での側方移動や地震時の液状化が生じるおそれのある条件では、地盤変状に伴う不静定力の影響など適用に際して課題が大きい。

これらの適用条件に該当する既設橋が全国にどの程度存在するかを調査した統計量を図-2 に示す。また、それらの橋の耐震設計上の地盤種別の内訳を図-3 に示す。橋台部ジョイントレス構造の適用できる可能性がある橋長 15m 以上 50m 未満の橋は全体の 77% であり、特に市町村道の割合が 67% と高くなっている。今後、既設橋の架替等に際して、橋台部ジョイントレス構造が適用される余地は非常に大きいと考えられる。また、耐震設計上の地盤種別は概ね 3 種別ともに同程度の割合であり、杭基礎の採用が多いⅡ種地盤やⅢ種地盤の地盤上に設置されている橋も多数存在することが確認できる。さらにこのうち、インテグラルアバット構造の適用条件である「軟弱地盤」、「液状化地盤」以外は全体の 25% を占める。このことから、本試算では、よりコスト縮減効果が大きいと考えられる杭基礎を想定した試算を行うこととした。

図-2 15m 以上 200m 未満の橋を対象とした橋長別の橋の統計量⁴⁾図-3 耐震設計上の地盤種別⁵⁾

キーワード 橋台部ジョイントレス構造, 門型ラーメン構造, インテグラルアバット構造, ライフサイクルコスト, コスト縮減

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

4. 構造形式比較 地盤条件

条件については、次の2つのCaseを試算した。Case1：地盤条件としては、液状化が生じると判定される砂質土層がないⅡ種地盤を想定する（図-4 参照）。Case2：地盤条件としては、液状化が生じると判定される砂質土層があるⅢ種地盤を想定する（図-5 参照）。ここで、Case2は液状化地盤のため門型ラーメン構造のみを対象とした。なお、交差条件は、どちらのCaseも中小橋梁の架橋されている一般的な地方道を想定し車道7.0m+歩道3.5m×2=14.0m程度の幅員を有する道路とした。

Case1は液状化が生じるおそれのないⅡ種地盤であるため、鉛直支持力照査により杭本数が決定するのに対して、Case2は液状化が生じるおそれのあるⅢ種地盤であるため、杭頭の水平変位照査により本数が決定する。また、どちらのCaseの場合においても門型ラーメン構造は、上部構造の支間中央に発生する断面力が小さくなるため、従来構造に比べて諸元は小さくなる。インテグラルアバット構造の基礎は、フーチング及びフーチング上の土砂重量がないため、従来構造に比べて諸元が小さくなる。LCCをこれらの諸元に対して試算した。維持管理費としては、伸縮装置（従来構造のみ、耐久年数：20年）、橋面舗装、橋面防水（共通、耐久年数：15年）、PC桁断面修復（該当橋種、耐久年数：25年）を計上した(6),7),8)。

構造形式比較の結果、Case1において、門型ラーメン構造は従来構造に比べて初期コストで12%、LCCで18%のコスト縮減が、また、インテグラルアバット構造は初期コストで21%、LCCで24%のコスト縮減が可能となった。Case2において、門型ラーメン構造は従来構造に比べて初期コストで26%、LCCで27%のコスト縮減が可能となった。Case1に比べてCase2のコスト縮減効果が大きいのは、Case2は液状化の生じる地盤であるため、初期コストにおける基礎の占める割合が大きく、基礎規模の縮小効果が大きく反映されたためであると考えられる。

5. まとめ 本検討により、橋台部ジョイントレス構造の適用によるコスト縮減効果を明確にすることができた。今後、中小規模の橋梁の新設や既設橋の架替に際して、経済性のみならず、走行性、耐震性及び維持管理性等、多くの利点がある橋台部ジョイントレス構造が広く普及することが望まれる。

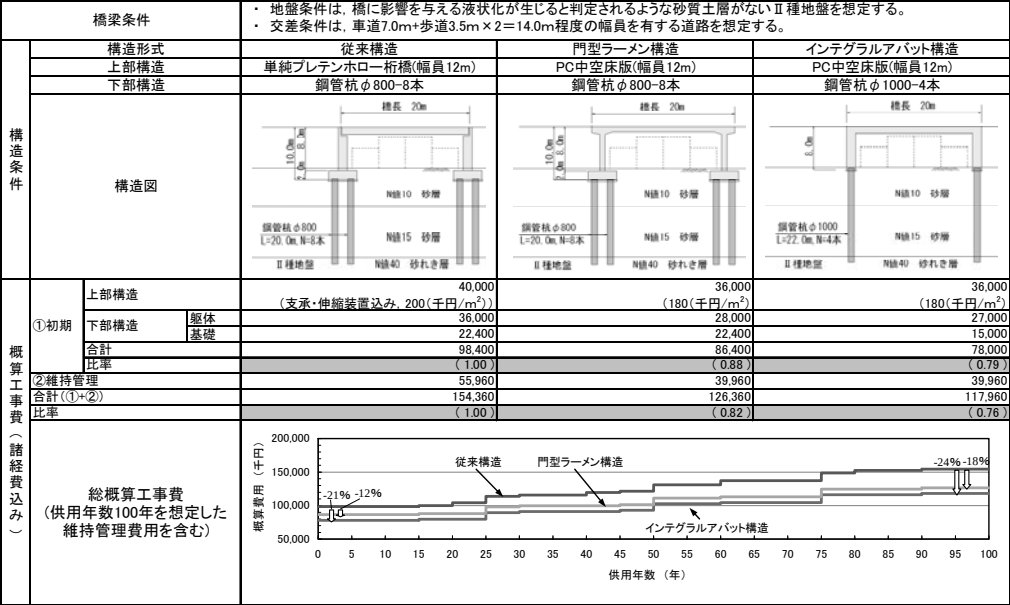


図-4 橋台部ジョイントレス構造の構造形式比較表 Case1 (地盤条件：液状化無)

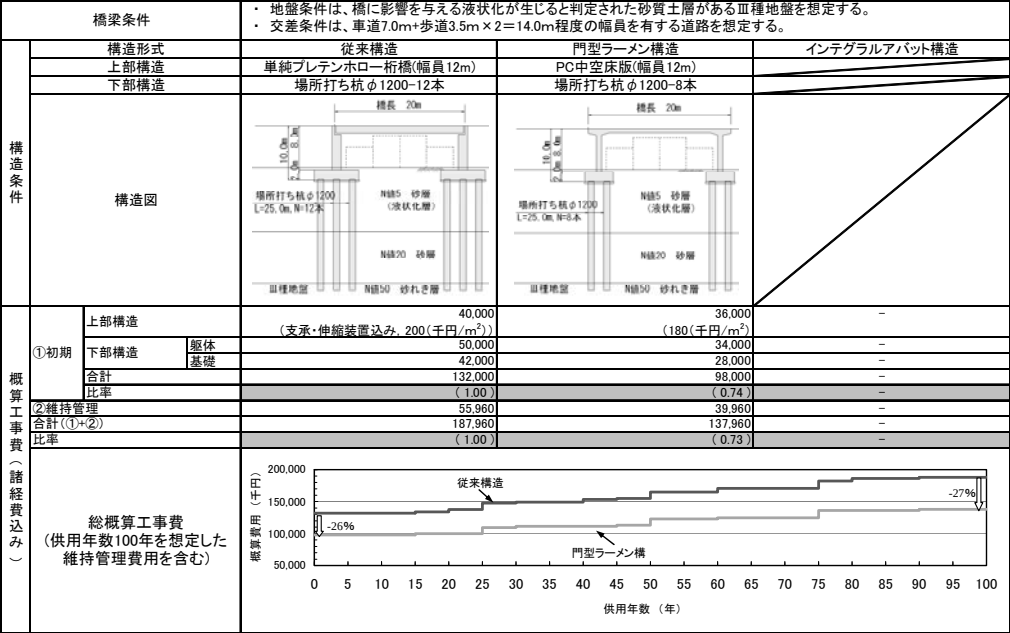


図-5 橋台部ジョイントレス構造の構造形式比較表 Case2 (地盤条件：液状化有)

参考文献 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所:道路橋の健全度に関する基礎的調査に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料 第381号, 2007.4., 2) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説IV下部構造編,2012.3, 3) 独立行政法人土木研究所:インテグラルアバット構造の設計・施工ガイドライン(案),2012, 4)国土交通省道路局:道路統計年報2010, 5)独立行政法人土木研究所構造研究グループ基礎チーム:橋梁基礎形式の選定手法調査 土木研究所資料第4037号,2007.2., 6)建設省土木研究所:ミニマムメンテナンス橋に関する検討 土木研究所資料第3506号,1997.6., 7)建設省土木研究所:ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅰ),2001.3., 8) (社)日本橋梁建設協会:鋼橋のライフサイクルコスト,2001.10.