

インテグラルアバット形式でさらなるコストダウン

～上下部一体プレビーム合成桁橋の提案～

Cost Reduction by the Integral Abutment Pre-Beam

吉田 順一郎
Junichiro YOSHIDA

川田工業(株)橋梁事業部大阪技術部
名古屋技術課課長

酒井 善弘
Yoshihiro SAKAI

川田工業(株)橋梁事業部大阪技術部
名古屋技術課

近年、公共工事において建設コストの縮減、省力化などが求められており、プレビーム合成桁橋においてもこうした社会のニーズに応えるため、インテグラルアバット形式を取り入れた上下部一体構造のプレビーム橋を提案しました(図1参照)。インテグラルアバット形式は、上部工と下部工を一体化し、基礎構造を単列杭として橋軸方向の変形に自由度をもたせ、温度変化等による動きを吸収させる構造です。支承・落橋防止・伸縮装置などの付属品を省略できることから、初期コストおよび維持管理コストの低減が可能となり、耐震性にも優れるというメリットがあります。さらに、プレビーム桁をこの形式に適用した場合のメリットとして、PC桁のようなPC鋼線による定着がなく、芯となる鋼桁の端部に設けたジベルで橋台上部との接合が容易であること、メンテナンスフリー構造となるなどの点が挙げられます。

提案にあたっては、下記の事項についての確認を行いました。

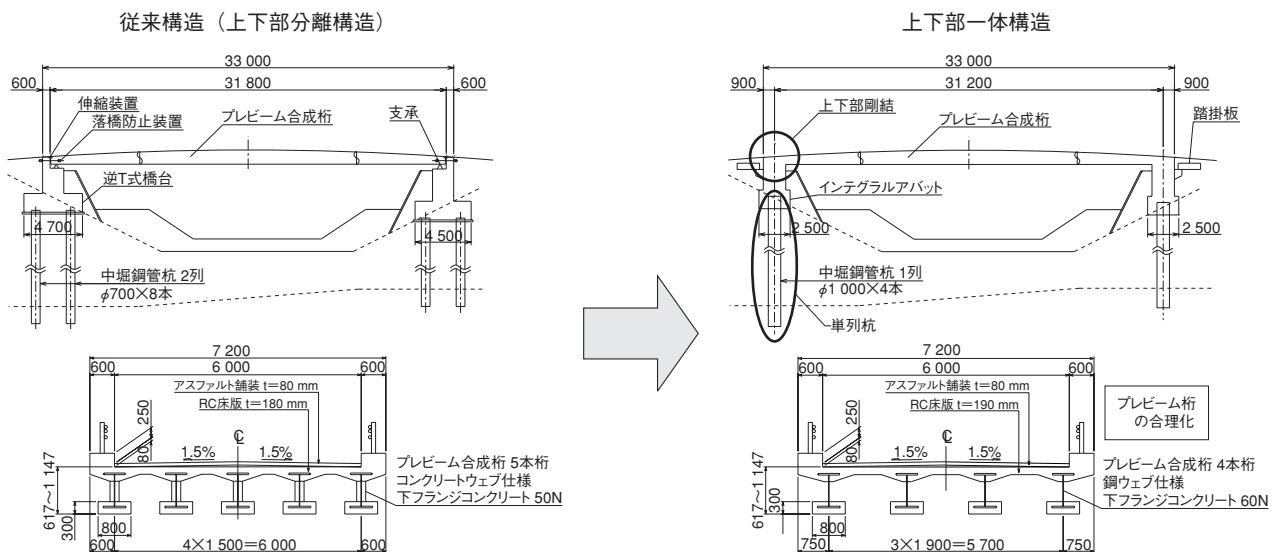
- ① 30mクラスの試設計による、コスト低減効果の確認
- ② 支間長、杭長、地盤条件をパラメーターとして杭頭変位量の算出による、本形式の適用範囲の確認
- ③ レベルII地震動を与えた動的解析による、耐震性の確認

上下部一体構造の概要

試設計において支間長は、プレビーム合成桁がよく用いられる支間30m級の単純桁(A活荷重)とし、桁高が617~1147mmの変断面としました。また、コスト低減効果の確認においては、上下部一体構造に加えてプレビーム桁の合理化(鋼板ウェブ構造+60Nの高強度コンクリートの適用)も合わせて考慮しました。

従来構造と上下部一体構造の変更点(図1参照)

- ① プレビーム桁の端部を橋台上縁で下部工と一体化させ、支承・落防・伸縮装置を省略しました。
- ② 基礎の杭を2列から1列にし、橋台を逆T型から壁式形状に変更しました(下部工形状のコンパクト化)。



コストダウン効果の確認

図1の事例において試算された上下部一体構造によるコスト低減率を表1に示します。上下部一体構造を採用することで、従来構造と比較して13%のコスト低減が可能となり、さらに、上部工の合理化を組み合わせることによって上下部一式で約2割のコスト低減が確認されました。(本試設計例のコスト低減においては、桁の合理化により桁本数を1本減らすことができた効果が大きい。)

表1 上下部一体構造によるコスト低減率(従来構造比)

	工種別低減率		要素別低減率	
	上部工	鋼桁製作	2%	プレビーム桁の合理化
プレビーム桁製作		4%		
輸送・架設		2%		
支承・落防		10%	上下部一体 (インテグラルアバット形式)	13%
伸縮装置	1%			
下部工	杭ほか	2%		
上下部合計		21%		21%

※上下部一式経費含む

適用範囲の確認について

今回の提案のようなインテグラルアバット形式を用いた上下部一体構造の場合、単列の杭基礎を採用するため、杭頭の変位が生じやすくなります。特に施工途中の上下部結合前には、大きな変位の発生が予想されました。そこで、支間長、杭長、地盤条件(N値)をパラメーターとして杭頭変位量の試算を行い適用可能な範囲を確認することとしました。試算にあたっては、上部工は総幅員を11.5 m(片側歩道)、桁高は支間の1/28程度とし、地盤はⅡ種地盤で杭は鋼管杭1 000φ-4本を用いるものとし、支間長はプレビーム桁が一般的に用いられる30~50 mの範囲とし、杭長(支持層深さ)とN値は図2に示す条件を与えました。

解析の結果、杭頭変位量は最大で12 mm程度であり、道示Ⅳの下部工編に示される規定値15 mm以下に収まりました。極端に軟らかい地盤条件でなければ、従来、プレビーム桁が適用された範囲で施工可能なことを確認しました。

解析条件

支間長(m)L	30	40	50
杭長(m)H	15	15	15
地盤条件N	10	5	10
変位量(mm)	8.6	12.6	8.6

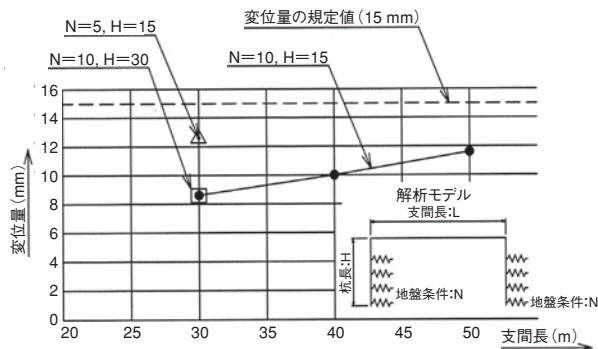


図2 地盤条件(N値)支間長と杭頭変位の関係

動的解析による耐震性能の確認について

日本国内では、今回の提案のようなインテグラルアバット形式を用いた上下部一体構造の施工事例が少なく、大規模地震時の挙動や耐力が明確ではありません。このため動的解析により、レベルⅡ地震動を与えた時の挙動および部材耐力の確認を行いました。モデルは図1に示す上下部一体構造の橋梁全体を一本のラーメンモデルとし、杭部分には地盤の水平バネによる支持を、橋台躯体部分には背面土圧の作用を考慮しました。入力波形は兵庫県南部地震のJR西日本鷹取駅(Ⅱ種地盤)にて観測された波を採用しました。解析で得られた変位と断面力を図3に示します。(1)地震時の挙動について：変位量としては最大30 mm程度であり、比較的小さな値となりました。(2)部材強度の確認について：鋼管杭の最大発生応力は160 N/mm²で、許容値内に収まりました。上部工について、最大断面力が作用する桁端部の床板配力鉄筋応力は、鉄筋径をD19からD22に変更して256 N/mm²と許容値内に収まりました。

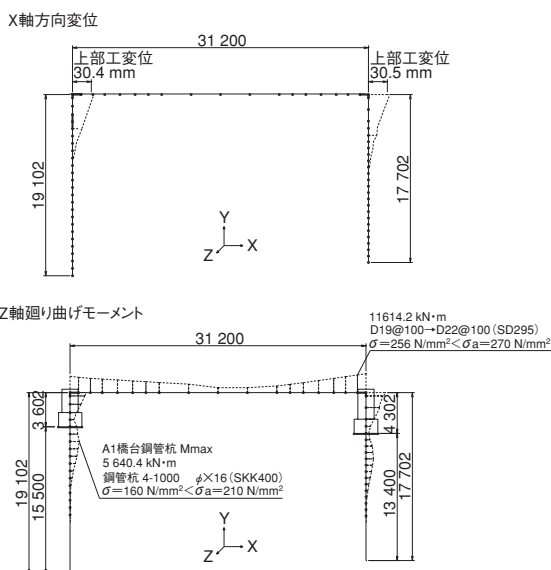


図3 動的解析による変位および断面力

おわりに

プレビーム桁にインテグラルアバット形式を用いた上下部一体構造を提案し、次の確認を行いました。①30 mクラスの単径間の上下部一体プレビーム合成桁橋は、桁の合理化を併せることで従来構造に比べて約2割のコスト低減が可能、②本形式は、Ⅱ種地盤において30~50 mの単径間であれば適用可能、③大規模地震時においても多少の断面UPにて要求性能を満足できる。

今後は、①大規模地震時に橋台上端部に塑性ヒンジを形成する免震的な設計、②プレビーム桁が採用される場合には桁端で低い桁高を要求されることが多いため上部工の応力を下部工へ確実に伝達できる隅角部の結合構造、等を検討していく必要があります。