

VI-3

既設橋脚基礎を利用した道路橋の設計

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 石村隆敏

1. はじめに

昭和 47 年に 2 車線暫定供用された国道の改築事業に伴うこの線橋の拡幅が計画されている。拡幅ルートには、現橋りょうが供用されたときに橋脚基礎が既に建設されており、本稿では、この橋脚基礎を合理的に利用することを目的に行った橋りょう形式の選定や耐震設計上の考え方について報告する。

2. 橋りょう形式の選定

2-1 制約条件

(1) 既設橋脚の利用

図-1 に本橋が拡幅される場所周辺の平面図を示す。本橋が拡幅される場所は青森市に位置する運転所構内であり、この構内には、昭和 45 年に建設された既設の橋脚（P10）が存在している（図-1、図-2）。そのため、この橋脚を利用することとし、橋りょう形式等決定していくこととした。

(2) 上部工構造形式

アプローチ部分の橋りょう計画が既に決まっているため、以下のような制約条件がある。

- ① 計画路面高、桁下空頭高が決定していることから、桁高が最大 1,600mm となる。
- ② P7、P11 橋脚の位置、および現橋りょうと新設橋りょうとの隔離（最小で 1,316mm）が確定している。

以上のことから、桁高は抑えられるが道路総幅員より外側に広がるトラス橋、斜張橋などの構造形式の採用はできない。

加えて、路面より上に構造を持つ形式は、部材に積もった雪が JR 線路上および道路上に落下し、列車走行および車両走行上危険をもたらすため採用しないこととした。

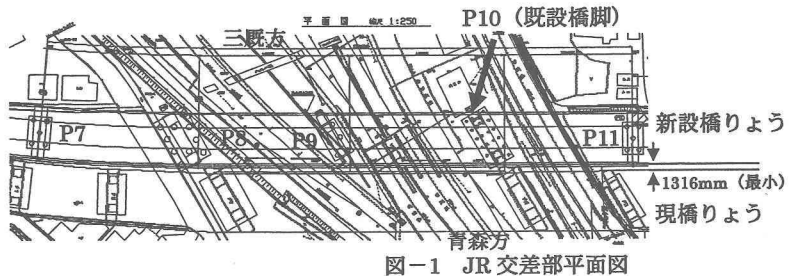


図-1 JR 交差点平面図

2-2 橋りょう形式の選定および選定における工夫

路面より上に構造を持つ形式を採用できないことと、桁高が制限されていることから、スパンを小さくすることとし、4 径間（41.529m+40.0m+40.0m+32.900m）とした。構造形式としては、P10 橋脚を利用することから、鉛直方向の上部工反力を軽減するため鋼橋とし、4 径間連続合成床版 2 主桁桁を採用することとした（図-3）。ここで、合成床版としたのは、床版支間長を RC 床版に比べ大きくとることができ、3 主桁から 2 主桁へ縮小できること、型枠・支保工の省略により、工期、工費が低減できること等から採用している。

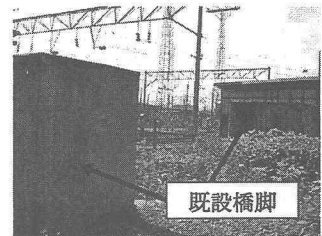


図-2 既設の橋脚

また、P10 橋脚は昭和 45 年に建設されたものであるため、現行の耐震基準の下に建設されたものではない。そのため、P10 橋脚上の支承は、一般的に道路橋で用いられている反力分散支承から可動支承に変え、地震時の水平反力を軽減することとした。固定支承は、設置位置の制約が少なく、地盤が良好な P8 橋脚とした。

下部工は、RC 橋脚とし、P7、P8、P11 橋脚は壁式橋脚、運転所構内にある P9、P10 は、視認性の確保および除雪を考慮し、ラーメン式橋脚とした。P10

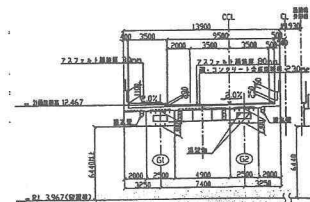


図-3 上部工断面図

以外の基礎杭形式は、リバース工法による場所打ち杭とした。

3. 既設橋脚 (P10) の耐震性能照査

3-1 構造物調査

既に建設されている P10 橋脚は、基礎杭とフーチングが完成状態で、橋脚の柱部分には軸方向鉄筋が設置され、保護コンクリートが打設されている。柱やフーチングの配筋状態及び形状を確認するため調査を行ったところ、図-4、図-5 の状態であることが分かった。基礎杭に関しては、施工時に確認することとしているが、財産図からは、 $\phi 600$ の鋼管杭 (24 本) であることが分かっている。

3-2 耐震性能照査

P10 橋脚の設計方針を以下のように考えた。

- ①橋脚く体の破壊形態を曲げ破壊型となるように、中間拘束筋、帯鉄筋新たに配筋する。軸方向鉄筋は、現在配筋されている鉄筋を使用する。
- ②可能な範囲で橋脚く体先行破壊とし、基礎杭への影響を最小とする。
- ③鋼管杭の肉厚は未確認であるため、6mm、9mm、12mm の 3 パターンで照査する。

検討結果を表-1 に示す。なお、検討においては、橋脚基礎設置当時の上部工反力が不明確であったため、設計水平震度 $K_h=0.2$ および 0.3 のときの上部工反力を求めている。

検討の結果、橋脚く体の軸方向鉄筋を可能な限り少なくしても、レベル 2 の橋軸直角方向の検討において、杭の肉厚にかかわらず全てのケースにおいて鋼管杭の降伏震度が小さくなり、かつ塑性率も 1.0 以上であることが分かった。すなわち、鋼管杭先行降伏となり、橋脚く体先行降伏にすることができない。そのため、設計水平震度に対して橋脚の終局水平耐力に大きな余裕があったことも踏まえて、鋼管杭先行降伏とすることとし、橋脚く体が曲げ破壊先行となるように軸方向鉄筋、帯鉄筋、構造細目に留意して橋脚く体の配筋を決めた。橋脚躯体の配筋は、フーチングおよび杭に負担がかからないようにするため、また、新たに配筋する帯鉄筋の量を少なくするため、現在配筋されている軸方向鉄筋を少なくしている。

鋼管杭に関しては、上部工反力を小さくしたこと、および橋脚躯体の重量も小さくしたことにより、合計としても当時を想定したものに比べ、大幅に小さく

することができているが、レベル 1 の検討における曲げ応力度の照査結果から、耐震性能を満足できる鋼管杭の肉厚は 9mm 以上であることが分かった。そのため、施工時に肉厚の確認をした際、9mm 未満である場合においてのみ、補強をすることとした。

4. おわりに

本設計では、上部工反力の低減、支承条件を変更することにより、種々の制約条件のある中で、既設の橋脚基礎を合理的に利用することができたと考える。

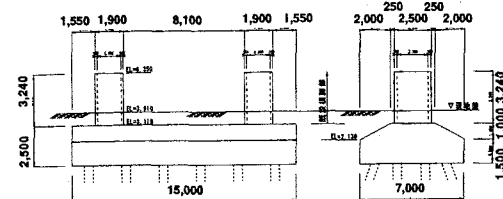


図-4 既設橋脚構造図

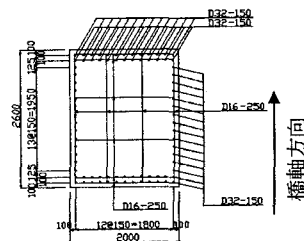


図-5 既設橋脚の柱配筋図 (現状)

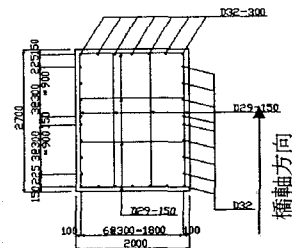


図-6 既設橋脚の柱配筋図 (設計)

表-1 耐震性能照査結果

スパン		新設P10橋脚		既設P10橋脚 (当時を想定)	
		40,000 P10	32,800 P11	75,800 P10	28,000 P11
支承条件		可動		固定	
設計方向		橋軸方向	直角方向	橋軸方向	直角方向
上部工反力 (kN)		4,405	8,810	14,000	7,000
橋脚躯体 (kN)		7,468	11,871	19,131	12,131
合計 (kN)		11,871	20,681	33,131	19,131
橋脚躯体	レベル1	設計水平震度 (kh)	0.28	0.2	0.2
	レベル2	設計水平震度 (khc)	0.34	0.3	0.3
		降伏震度	0.61	0.87	0.87
鋼管杭 $\phi 600$	レベル1	杭体応力度 σ_c (N/mm ²) ($\sigma_{ca}=210$)	6mm 259 > 210 NG	9mm 172 < 210 OK	12mm 131 < 210 OK
			6mm 279 > 210 NG	9mm 189 < 210 OK	12mm 146 < 210 OK
			6mm 0.670	9mm 0.631	12mm 0.602
		降伏震度	9mm 降伏しない	9mm 降伏しない	9mm 降伏しない
			12mm 降伏しない	12mm 降伏しない	12mm 降伏しない
		$P_u/1.5k_h W$	—	1.703 $\geq$ 1.0	—
	レベル2	応答塑性率 (許容塑性率 = 4.0)	6mm —	9mm 1.39 < 4.0 OK	12mm 1.06 < 4.0 OK
			6mm —	9mm 1.39 < 4.0 OK	12mm 1.06 < 4.0 OK
		応答変位 (rad)	6mm —	9mm 0.001 < 0.02 OK	12mm 0.001 < 0.02 OK
			6mm —	9mm 0.001 < 0.02 OK	12mm 0.001 < 0.02 OK
			6mm —	9mm 0.001 < 0.02 OK	12mm 0.001 < 0.02 OK
			6mm —	9mm 0.001 < 0.02 OK	12mm 0.001 < 0.02 OK

注) 既設P10橋脚は、 k_h を0.2と0.3と仮定し、現状の配筋状態で、軸方向鉄筋が降伏時の上部工荷重をトライアルにより求めたもの。