

既設橋脚補強一体化構造の耐震設計と方法

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 技術第一部 正会員 荒井 義雄  
 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 耐震解析部 正会員 千葉 道孝  
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 園田 弘世  
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 正会員 渡部 太郎

1. はじめに

線路増設計画に伴い、併用開始後 20 年を経過した既設橋脚(円形断面)の桁座部を拡幅する必要があり、改築にあたって、新旧断面の一体化補強方法を検討するとともに、「鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)」<sup>1)</sup>を適用し、耐震性能の照査を行ったので報告する。

2. 新旧構造物の一体化の方法及び構造

橋脚を構成する受梁・柱・フーチングの各部材において、既設部材と新設部材を結合し一部材として機能させるための一体化構造の概略図を図 - 2 に示す。受梁については、拡幅施工において既設上部工および列車走行に与える影響を少なくする観点から、既設受梁を挟み込むように P C 鋼材を配置し一体化を図った。P C 部材本数は既設部と新設部の接合面において引張応力が発生しないように決定した。なお、アンカー鉄筋については、既設断面への埋込長を 30 + かぶり厚(C)として配置した。柱については、既設柱を取囲み主鉄筋・帯鉄筋が配置可能な矩形断面形状とし、柱とフーチングの接合部は、耐震検討結果を考慮した鉄筋量を配置した。

フーチングについては、既設下側鉄筋に添う位置に新設部の上側鉄筋を 30 + C の埋込長を取って配置した。この他、新旧接合面の処理については基本的に目荒らしを行うとともに、柱部材以外の新旧接合面においては結合鉄筋を配置した。

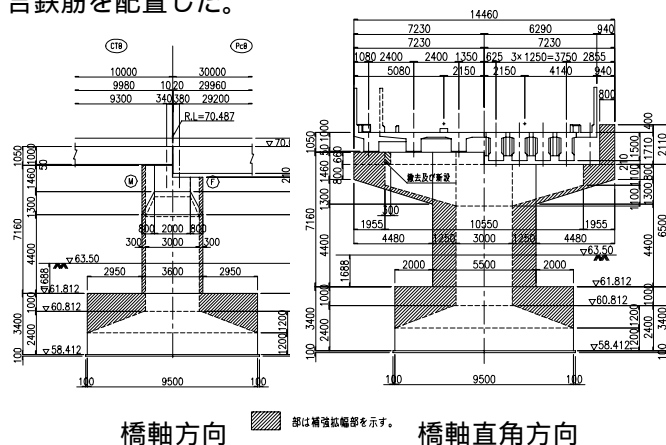


図 - 1 橋脚一般図

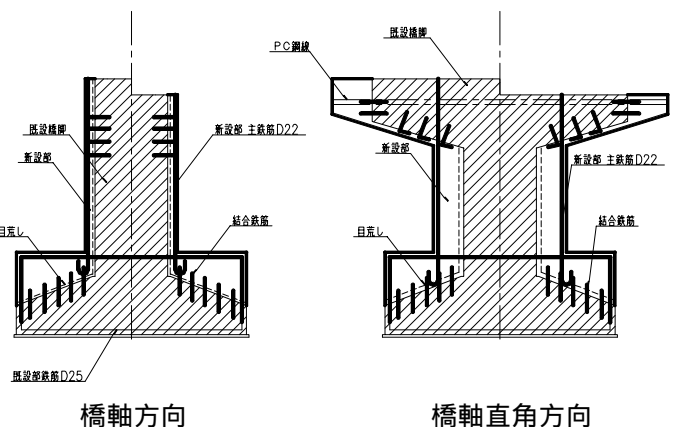


図 - 2 新旧構造物の一体化略図

3. 耐震設計による既設橋脚補強一体化構造物のモデル化

解析モデルは図 - 3 に示すように地盤・基礎および上部構造物を一体化した平面骨組モデルとし、部材は線材、地盤はバネでモデル化した。なお、橋脚躯体は曲げモーメントと部材角の関係(M - 関係)により躯体下端に集約した剛塑性ばねを設定し、軸方向鉄筋の抜出しの影響を考慮した。その他の部材は剛域(剛体)扱いとした。

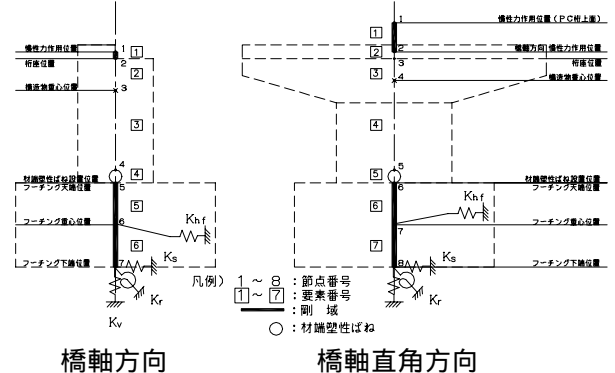


図 - 3 解析モデル図

キーワード 新旧構造物一体化補強、耐震解析

連絡先 住所；東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 3F TEL；03-3373-6001 FAX；03-3373-5801

4. 耐震検討の結果

解析に用いた躯体下端の断面諸元は常時設計によって決定された拡幅後の部材寸法を用いるものとし、主鉄筋は既設部と拡幅部の全鉄筋量を考慮し、帯鉄筋は拡幅部のみの鉄筋量を考慮した。なお、既設橋脚躯体の鉄筋量については、L2地震動における橋脚躯体の変形性能が過大に評価されないことを配慮したものである。表-2に構造物の応答値の算定(L2地震動)の結果と鉄筋量の変更結果を示す。なお、拡幅部の帯鉄筋の変更は破壊形態の判定においてじん性率を向上させることを目的としてせん断耐力比2.0以上をとれる設計としたため変更したものである。

次にフーチングの損傷レベルの照査においては、断面耐力照査に伴い、コーベル部材として曲げモーメントに対する検討を行った。照査の目安となる設計引張耐力は引張鉄筋の断面積と有効高さ等の値により算出されるが、図-4に示すようにフーチングの検討対象となる引張鉄筋は既設橋脚の鉄筋のため鉄筋の変更はできず、通常設計時の断面高さでは制限値を満足しない結果となった。そのため土被りが余裕があったこともありフーチングの断面高さを上げる対策をとり、制限値を満足させるものとした。表-3, 4にフーチングの損傷レベルの照査(曲げ)の結果と断面高さの変更結果を示す。

表-1 躯体下端の断面諸元

断面図		
	橋軸方向	橋軸直角方向
幅(mm)	5500	3600
高さ(mm)	3600	5500
拡幅部引張鉄筋(径-本)	D22-19	D22-13
既設部引張鉄筋(径-本)	D32-37	D32-37
拡幅部帯鉄筋(径-組)	D22-1, D19-3	D22-1, D19-1
凡例)	—— : 形状線	..... : 鉄筋軸線

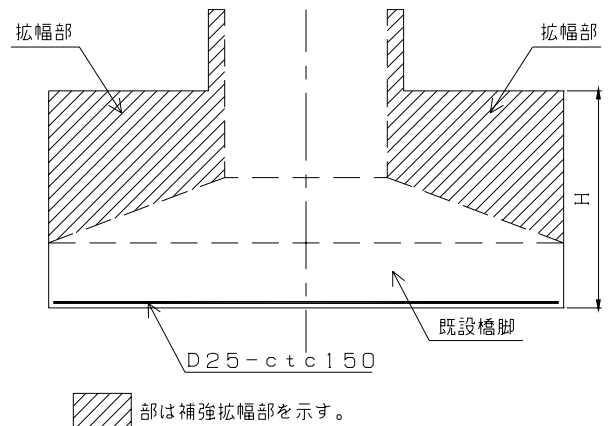


図-4 フーチング配筋略図

表-2 構造物の応答値(L2地震動)の算定および鉄筋量の変更結果

検討方向	降伏震度		降伏震度の判定	帯鉄筋量	
	上部構造物	基礎		変更前	変更後
	$K_{hys}$	$K_{hyf}$			
橋軸方向	0.500	0.647	$K_{hys} < K_{hyf}$	D22-1組, D19-3組	D22-4組
直角方向	0.798	0.940	$K_{hys} < K_{hyf}$	D22-1組, D19-1組	D22-2組

表-3 フーチングの損傷レベル(曲げ)の結果

検討方向	支持ばねの降伏状態	設計引張力 $T_d$ (kN)	設計引張耐力 $T_{ud}$ (kN)	$i \cdot T_d / T_{ud}$	判定
橋軸方向	降伏	10125	11078	0.914	$< 1.0$
直角方向	降伏	6347	11078	0.573	$< 1.0$

表-4 断面高さの変更結果

断面高さ H(mm)	変更前	変更後
	3400	4000

5. おわりに

本報告における既設橋脚補強一体化構造の耐震性能照査では、今回のようなフーチングの構造では、損傷レベルの照査時の検討対象となる引張鉄筋が変更不可で、高さおよび幅の断面形状を変更するといった処置が必要となるということが確認できた。今後同様の検討が必要とされる場合、既設の構造細目を把握した上で適切な断面設定等が必要とされる。