

ストラット部材を用いた RC 橋脚耐震補強の設計事例

ジェイアール東日本コンサルタンツ

正会員 ○清水 靖史

ジェイアール東日本コンサルタンツ

正会員 幸田 和明

J R 東日本

正会員 津曲淳三郎

J R 東日本

正会員 篠田 健次

1. はじめに

RC 橋脚の耐震補強工法として、せん断補強鉄筋をく体の全周面に配置してコンクリートを巻き立てる方法が一般的に用いられている。しかし、橋脚く体が地中部に埋まっていて、掘削するのに制約がある場合、く体基部にストラット部材を配置し、耐震性を向上させる方法（以下、ストラット工法という）が提案されている¹⁾。本論文は、このストラット工法により、耐震補強を行った設計事例について報告する。

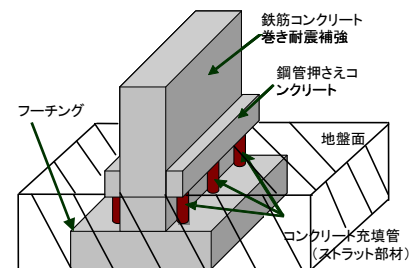


図1 ストラット工法概要図

2. 構造概要および制約条件

ストラット工法の概要を図1に示す。また、写真1に対象となる橋脚の周辺状況、図2および図3に構造図を示す。対象橋脚は、単純桁2径間の架道橋を支持するRC橋脚で、交通量の多い国道と県道との交差点付近の中央分離帯内に位置している。構造形式としては、線路方向（以下、L方向という）の幅は2.0m、線路直角方向（以下、C方向という）の幅は30mの典型的な壁式橋脚であるが、柱部分には6mに1箇所2.2m幅の開口が設けられている。柱高さは6.96mで、地上からフーチング天端まで2.3m地中に埋まっている。作業ヤードが分離帯内（橋脚面から1.47m）に限られ、道路の占有は、夜間の8時間（22時～6時）に限られたことなどから、掘削による影響が道路に及ばないようにする必要があった。



写真1 周辺状況

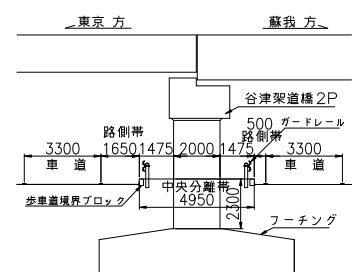


図2 L方向断面図

一方、く体断面の辺長比が1:3を大きく超える形状であり、RC巻き立て工法等を採用した場合、断面形状による影響を少なくさせるために、外側に巻き立てる補強材の一部をく体を貫通させて配置するなどの補助工法が必要であった。

以上の条件から、できる限り掘削が少なく、短期間で施工でき、辺長比が大きい橋脚に適用できる工法選定が必要であった。

3. 補強前の耐震性能

対象となる橋脚の補強前耐震性能を表1に示す。耐震性能の確認は、橋脚壁部と柱部に分けて行なった。検討の結果、く体壁部のC方向はせん断破壊先行型であるが、十分なせん断耐力を有するため補強不要であり、L方向は曲げ破壊先行型であり、じん性補強が必要となった。

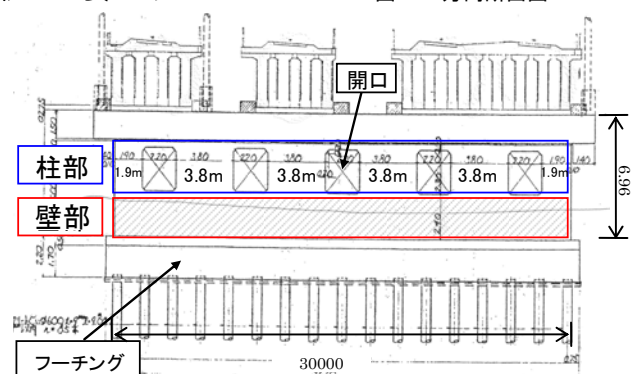


図3 C方向断面図

一方、柱部はL方向はせん断、またはじん性補強が、C方向についてはせん断補強が必要となった。

4. 補強設計

本橋脚に対して実施した、ストラット工法の設計について、概要を以下に示す。

キーワード 耐震補強、鉄筋コンクリート橋脚、ストラット部材

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) TEL 027-321-6392

また、補強後の耐震性能を表2に、ストラット部材配置計画図を図4に示す。

(1) ストラット部材の設計

ストラット部材は、補強後のく体に必要な変形性能を与えるため、実験値¹⁾を基に下記①および②を満たす軸方向圧縮耐力を有するよう決めている。

- ① 軸方向圧縮力の1.9倍以上
- ② 躯体基部に作用する軸方向圧縮力と、既設橋脚く体の引張側に配置された軸方向鉄筋が負担する引張力を合計した軸方向力の1/2以上

本橋脚においては、ストラット部材として、φ355.6、t=7.9(STK400)を片側23本配置することで、①、②を満足することを確認した。

(2) 張出し部(鋼管押さえコンクリート)の設計
張出し部は、ストラット取付部のコンクリートの支圧の検討を行うことで、ストラット部材により伝達される軸方向圧縮力により損傷しないことを確認した。

(3) アンカージベル鉄筋の検討

ストラット部材にかかる軸方向圧縮力を橋脚く体へ伝達させるため、張出し部および上部RC巻き立て部にアンカージベル鉄筋を配置する。計算は一般的なRC巻き立て工法の場合と同様である。その結果、D19のアンカージベル鉄筋の必要本数は1653本(22.2本/m²)となり、一般的なRC巻き立て工法におけるアンカージベル鉄筋量に比べ多くなった。

(4) ストラット補強によるく体の検討

ストラット工法では、橋脚く体基部の曲げ耐力が向上するため、増加した曲げ耐力に対して、く対がせん断破壊型とならないことを確認する必要がある。本橋脚では、く体壁部のみかけの設計せん断耐力 V_{dd} を用いて、く体が曲げ破壊型であることを確認した。

(5) 基礎の検討

ストラット工法では、増加した橋脚く体基部の曲げ耐力により基礎構造物の損傷を起さないことを確認する必要がある。本橋脚は鋼管コンクリート杭〔φ600、t=9(STK400)〕基礎であり、杭頭部に発生する断面力が、断面耐力以下であることと、杭反力は、押込み側、引抜き側ともに支持力以下であることを確認した。

(6) く体柱部の検討

く体柱部に関しては、一般的なRC巻き立て補強(t=200mm)により耐震性能の向上を図った。

5. まとめ

今回の対象橋脚においては、ストラット工法を採用することで、一般的なRC巻き立て補強に比べ経済性(工事費約40%削減)、施工性(工期約30%短縮)に配慮した設計が可能となった。

参考文献

1) 鈴木裕隆, 菅野貴浩, 土田大輔, 石橋忠良: ストラット部材を用いたRC橋脚の耐震性向上に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.2, pp.1099-1104, 2006.7

表1 補強前耐震性能

検討箇所	検討項目	判定基準	壁部(b=3000)		柱部(b=1900)		柱部(b=3800)	
			L方向	C方向	L方向	C方向	L方向	C方向
く体	せん断耐力比	$V_{ud}/V_{mu} \geq 1.0$	1.09	0.26	1.11	0.53	0.94	0.27
	地震時慣性力	$V_{ud}/(Id1+1.5Id2) \geq 1.0$	—	1.05	—	0.97	0.33	0.89
基部	変形性能	$V_{ud}/V_{mu} \geq 2.0$	1.09	0.26	1.11	0.53	0.94	0.27
		$PE \geq 1000gal$	831	—	952	—	—	—
判定			じん性補強	補強なし	じん性補強	せん断補強	じん性補強	せん断補強
補強方法			ストラット工法		RC巻き立て補強			

ここに、 V_{ud} :橋脚く体のせん断耐力(kN)
 V_{mu} :橋脚く体が曲げ耐力に達する際に発生するせん断力(kN)
 $Id1$:上部工慣性力(kN)
 $Id2$:橋脚く体上部の重量による慣性力(kN)
 PE :保有換算弾性応答加速度(gal)

表2 補強後耐震性能

検討箇所	検討項目	判定基準	壁部(b=3000)		柱部(b=1900)		柱部(b=3800)	
			L方向	C方向	L方向	C方向	L方向	C方向
く体	せん断耐力比	$V_{ud}/V_{mu} \geq 1.0$	—	—	2.2	0.84	2.16	0.63
	地震時慣性力	$V_{ud}/(Id1+1.5Id2) \geq 1.0$	—	—	—	1.52	—	2.02
基部	変形性能	$V_{ud}/V_{mu} \geq 2.0$	—	—	2.2	—	2.16	—
		$PE \geq 1000gal$	—	—	1508	—	1351	—
判定			ストラット工法	補強なし	OK	OK	OK	OK

ここに、 V_{ud} :橋脚く体のせん断耐力(kN)
 V_{mu} :橋脚く体が曲げ耐力に達する際に発生するせん断力(kN)
 $Id1$:上部工慣性力(kN)
 $Id2$:橋脚く体上部の重量による慣性力(kN)
 PE :保有換算弾性応答加速度(gal)

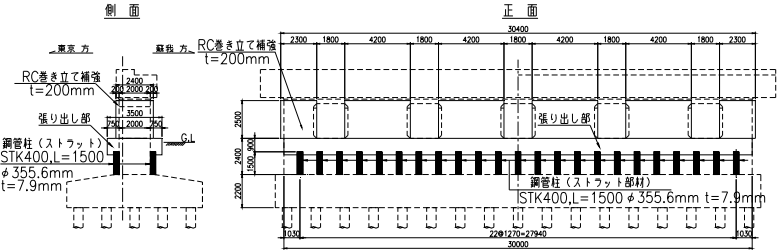


図4 ストラット部材配置図