

四国建設コンサルタント(株)正会員 豊崎裕司
正会員 ○ 原 健

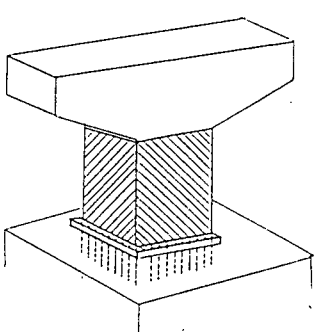
1. はじめに

阪神大震災以降、既設道路橋の橋脚の耐震性が問題となり、各種の補強が実施されている。ここで現時点では、補強工法の明確な選定基準が示されていないため、各発注機関により、主に採用されている工法が異なっており、建設省では「曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法」、日本道路公団では「鉄筋コンクリート巻立て工法」を標準としている。よって、本発表ではこれらの補強工法を選定するポイントを、施工性・経済性・基礎に与える影響等の面から分析し、これを発表するものとする。

2. 工法概要

① 曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法

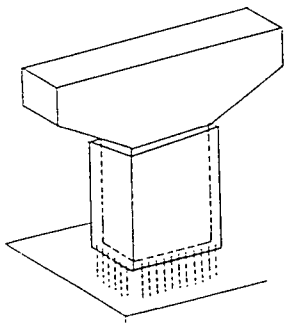
柱に鋼板を巻立て、基部にアンカー筋を設けることにより、アンカー筋で鋼板をフーチングに定着させる。これにより、鋼板が軸方向鉄筋と帯鉄筋の2つの役割を果たし、柱のせん断耐力、じん性及び曲げ耐力の向上を図ることができる。



①曲げ耐力制御式
鋼板巻立て工法

② RC巻立て工法

柱を鉄筋コンクリートで巻立て、軸方向鉄筋をフーチングに定着させることにより、柱の曲げ耐力及びせん断耐力の向上を図る。



②RC巻立て工法

3. 施工性について

まず、曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法は、鋼板の1ブロック重量が約300～500kg程度であり搬入には、大型重機が必要となる。さらに、鋼板は現躯体寸法に合わせて加工する必要がある。また、現場溶接工・塗装工・アンカー工など工数が多く、他工法に比べると施工性がやや劣ると思われる。一方、RC巻立て工法は、一般のRC構造物と同じく鉄筋を組み、コンクリートを打設するという工法であるため、比較的施工性には優れている工法であるといえる。

4. 柱の保有耐力について

両工法により、脚柱を補強した場合の地震保有水平力法により照査した結果の一例を下表に示す。

表1. 照査結果例

補 強 工 法	曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法		RC巻立て工法	
地震動タイプ	タイプⅠ	タイプⅡ	タイプⅠ	タイプⅡ
保有水平耐力 Pa(tf)	310.669	310.505	296.566	296.910
等価水平震度 khe	0.64	0.50	0.59	0.56
等価重量 W(tf)	468.075	468.075	488.775	488.775
慣性力 Khe・W(tf)	299.568	234.038	288.377	273.714
判 定 ①	$Pa \geq kheW$ より 0.K	$Pa \geq kheW$ より 0.K	$Pa \geq kheW$ より 0.K	$Pa \geq kheW$ より 0.K
残留変位 (m)	0.017	0.055	0.014	0.042
許容残留変位 (m)	0.097	0.097	0.097	0.097
判 定 ②	0.K	0.K	0.K	0.K
破壊形態	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型	曲げ破壊型

以上に示すように、補強後保有耐力には、工法による大きな差は見られない。これは、両工法共にフーチングに定着させるアンカー鉄筋の径・本数・間隔を調節することにより、曲げ耐力を制御することが可能であるためである。よって、柱の保有耐力の向上という点から考えると、両工法とも採用は可能と思われる。

5. 経済性について

両工法の経済性の比較を行った一例を下表に示す。

表2. 概算工事費の比較		
工 法	曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法	R C 巻立て工法
概 算 工 事 費	105,000 円/㎡	65,000 円/㎡
補 強 規 模	鋼 板 厚 t=6mm	R C 巻立て厚 t=25mm

上表のように、RC巻立て工法の方が大幅に経済性の面で優れているといえる。

6. 橋脚の立地条件について

橋脚がおかれている立地条件により、採用可能な工法が限られてくる。高架橋の橋脚で脚柱が側道と隣接している場合や、建築限界に制約がある場合等は、補強による柱の幅が増加するRC巻立て工法は採用できない場合がある。ただし、河川内の橋脚等水による影響が直接及ぶ場合については、鋼板の腐食及び漂流物体による損傷が考えられるため、曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法の採用は好ましくないと思われる。

7. 基礎に与える影響

保耐法レベルにおける基礎の耐力照査においては、柱の保有耐力を用いて照査を行う為、工法による差はほとんど見られないと思われるが、基礎に対する押し込み力ではRC巻立て工法の方が補強後における柱自重の増加が大きく、悪影響を与える可能性がある。ただし、良質な岩盤等に支持される直接基礎の場合や、基礎の耐力が十分に認められる場合には、RC巻立て工法も採用が可能であると思われる。

表3. 保耐法による杭基礎の照査結果（表1のデータを使用）（橋軸方向）
① 曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法

	流動化の生じるケース		液状化の生じるケース		流動化も液状化も生じないケース	
	計 算 値	許 容 値	計 算 値	許 容 値	計 算 値	許 容 値
降伏時 αi	—	—	0.30	1.00	0.34	1.00
水平変位 (cm)	0.989	9.696	2.484	40.0	—	—
回転角 (rad)	0.00018	0.025	0.00724	0.025	—	—
せん断力 (tf)	33	856	430	665	—	—

② RC巻立て工法

	流動化の生じるケース		液状化の生じるケース		流動化も液状化も生じないケース	
	計 算 値	許 容 値	計 算 値	許 容 値	計 算 値	許 容 値
降伏時 αi	—	—	0.29	1.00	0.32	1.00
水平変位 (cm)	0.992	9.770	2.729	40.0	—	—
回転角 (rad)	0.00018	0.025	0.00788	0.025	—	—
せん断力 (tf)	34	857	450	857	—	—

表4. 杭の押し込み力の照査（震度法）

	計 算 値	許 容 値
曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法	196	592
R C 巻立て工法	205	592

8. 総 括

以上のような項目について、曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法とRC巻立て工法を比較した結果を総括すると、立地条件に制約がある場合や基礎の耐力が貧弱な場合を除いては、RC巻立て工法の方が好ましいと思われる。