

鉄筋コンクリート柱部材のじん性率を求めるための荷重-変位曲線の算定方法について

信州大学工学部 フェロー 長 尚
 信州大学工学部 ○酒井 崇行

1. まえがき

鉄筋コンクリート柱部材のじん性率を求めるための荷重-変位 ($P-\delta$) 曲線は、通常3直線で表される $M-\phi$ 関係を用いて算定される¹⁾。また、道路橋の復旧仕様の参考資料²⁾ (以下単に参考資料と言う) では、コンクリート全断面に対して拘束効果が考慮されている。しかし、 $M-\phi$ 関係に3直線ではなく、実際に近い曲線を用い、また帯鉄筋より外のコンクリートに拘束効果はないことを考慮すると、荷重-変位曲線がかなり異なっていて、じん性率の算定にも相当な影響があることを指摘する。

2. 計算例

ここでは道路橋の橋脚 (参考資料の第2章の例で、断面寸法等は表-1参照, I) と新幹線の柱 (断面寸法等は表-1参照, II) について

表-1 断面寸法, 鉄筋諸元

の計算例を示す。両例とも、帯鉄筋の拘束効果を考慮しない場合、コンクリート全断面に拘束効果があるとした場合、帯鉄筋の内部だけに拘束効果があるとした場合について、それぞれ $M-\phi$ 関係を3直線とした場合と曲線とした場合の、計6ケース (表-2参照) について計算を行った。最下端断面の $M-\phi$ 曲線と $P-\delta$ 曲線を図-1~4に、じん性率を表-2に示す。

	高さ	コンクリート断面寸法		主鉄筋	帯鉄筋		
		横	縦		種別	間隔	有効長
橋脚 (I)	15m	4.5m	3.5m	172×D ϕ 32	D ϕ 22	15cm	90cm
柱 (II)	3m	0.8m	0.8m	20×D ϕ 32	D ϕ 13	15cm	15cm

表-2 各例の計算ケース番号とじん性率

	3直線 $M-\phi$			曲線 $M-\phi$		
	①	I	5.2	②	I	2.8
拘束効果考慮なし		II	1.8		II	1.5
拘束効果考慮 (全断面)	③	I	13.5	④	I	4.7
		II	3.4		II	2.1
拘束効果考慮 (帯筋内断面)	⑤	I	10.4	⑥	I	3.1
		II	1.7		II	1.4

3. 考察

図-3, 4及び表-2に見られるように、曲げモーメント-曲率 ($M-\phi$) 関係をひび割れ発生時、鉄

筋降伏時及び破壊時の3点を結んだ3直線にした場合と曲線状にした場合とでは $P-\delta$ 関係の結果が著しく異なっている。いずれの場合も、実際の状態に近い曲線状とした場合のほうがじん性率が低下し、3直線とした場合の $1/1.2 \sim 1/3.4$ となっている。このようなことになるのは、3直線にした場合には、図-1, 2から明らかのように、曲線状とした場合よりも、曲げモーメントに対する曲率の増加率が高いためである。このように計算上では、曲げモーメント-曲率関係を3直線にした場合には $1.2 \sim 3.4$ 倍も過大なじん性率となったが、これまでの実験では3直線としたものでよく合致するとされている¹⁾。もしそうだとすると、拘束効果を考慮した応力-ひずみ関係の評価式が実際とは違っていて、結果として曲げモーメント-曲率関係が3直線にした場合に近くなっているのかもしれない。今後検討する必要があるように思う。

次に帯鉄筋の外のコンクリートには拘束効果はないにも拘らず、参考例にあるように、コンクリート全断面に対して拘束効果を考慮すると、かなり過大なじん性率 ($1.3 \sim 2$ 倍) となる。特に帯鉄筋の外のコンクリートの面積の率が相対的に高いIIの柱の場合には、拘束効果を考慮しない場合よりもじん性率が却って小さくなり、一概に拘束効果を考慮するとじん性率が上がるとは言えない。注意を要する。

参考文献 1) 道路橋示方書・解説V耐震設計編, 平成2年2月。2) 日本道路協会:「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料 (案), 平成7年6月。

