

PC-JIS 桁の曲げ挙動

泉 満明*

1. はじめに

コンクリート構造部材の設計は地震時あるいは不測の外力が作用した場合に脆性的な破壊が発生しないように under-reinforcement (U・R) とする事になっている。従って、日本の道路、鉄道構造物も U・R で設計することが基本であり、さらに、部材はせん断破壊より曲げ破壊が先行するように設計することになっている。

最近、PC-JIS 桁を使用した実験を行った際に、この桁の曲げ破壊挙動が脆性的であったので、PC-JIS 桁の全般について簡単な検討を行った。その結果、かなりの数の JIS 桁が曲げ破壊時に over-reinforcement (O・R) であることが明らかとなった。

2. 曲げ破壊モーメントについて

鉄筋およびプレストレストコンクリート部材の曲げ破壊モーメントの算定は、道路橋示方書に示されている算定法に従って PC-JIS 桁の検討を行った。一般に、部材の鋼材比が U・R の場合は、簡単な力の釣り合いにより精度の高い曲げ破壊モーメントの算定が可能である。しかし、O・R の場合には、コンクリートの圧縮歪みの最大値を 0.0035 とし、図-1 に示す鋼材の応力度-歪みの関係を考慮して算定しなければならない。この場合鋼材応

力度が図-1 の①の範囲と②、③の範囲に分類できる。

図から明らかなように、鋼材の応力度が①の範囲であれば U・R であるが、②、③の範囲となると O・R になる。上記の条件に基づいて、算定した結果を表-1 に示す。

表-1 PC-JIS 桁の曲げ鋼材補強量

JIS 名称 曲げ鋼材量	AS 桁	BS 桁	AG 桁	BG 桁	LS 桁
U・R	05~07, 17~19	05, 17~24	18~24	18~24	
O・R	08~16, 20~24	0.6~16			05~13

注:コンクリートの圧縮強度 500kg/cm²

この表から明らかなように、現在多用されているスラブ形式の AS, BS タイプの桁は、かなりの数が O・R となっている。しかし、T 型断面桁 (AG, BG) は規定された支間の範囲ではすべて U・R であった。さらに、LS はすべて O・R となっていることに留意しなければならない。

O・R の JIS 桁を、U・R と仮定して算定した破壊モーメントと O・R として精算した破壊モーメントの値の差異は大きくないが、破壊性状はかなり異なっていることに注意する必要がある。

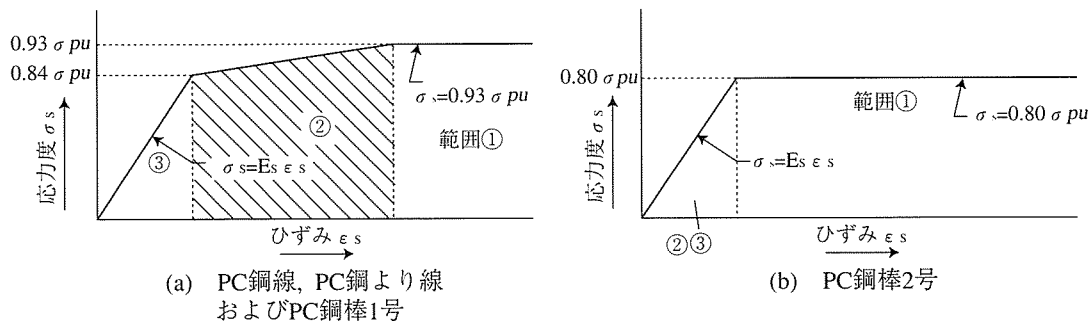


図-1 鋼材の応力度-ひずみ曲線

* Mitsuaki IZUMI: 名城大学 理工学部 教授

表-2 PC-JIS桁の曲げ鋼材補強量の検討

検討条	JIS名称					
	曲げ鋼材量	AS桁	BS桁	AG桁	BG桁	LS桁
コンクリート 強度 750kg/cm ²	U・R	05~24	05~24	18~24	18~24	05~13
	O・R					
コンクリート の圧縮歪 $\epsilon_{cu}=0.007$	U・R	05~19	05,12,15 17~24	18~24	18~24	05~13
	O・R	20~24	07~11 13,14,16			
断面圧縮 部の鉄筋 D32配置	U・R	05~07 15~24	05 13~24	18~24	18~24	05~13
	O・R	8~11 14	06~12			

3. over-reinforcementに対する処理

O・R桁をU・Rの桁とするための処理としては以下の方法が主なものである。

- 1) コンクリートの圧縮強度を上げる
- 2) コンクリートの圧縮歪み能力を増加させる
- 3) 部材圧縮部の鉄筋量を増加する
- 4) 部材高さを増加させる（断面の圧縮部断面積を大きくする）。

以上の条件による検討結果を表-2に示す。

コンクリートの圧縮強度を750kg/cm²とした場合は、表-2に示すように容易にすべての桁をU・Rとすることができる。しかし、コンクリートは強度が増大するとともに圧縮破壊時に脆性的な性質を高めると言われており、基準によっては、算定に使用する圧縮強度をコンクリートの強度の上昇とともに低減する方法を規定しているものもある。

コンクリートの圧縮歪は一般に0.0035と仮定されている。何らかの手段でコンクリート圧縮部のコンファインメントを行い圧縮歪を0.007まで可能とする。表-2から明らかなようにあまり有効とはいえない。

コンクリート断面の圧縮部の換算面積を増加させるために、現在の鉄筋の代わりに太い鉄筋を配置した場合の結果は、表-2に示すように鉄筋量にもよるが、あまり有効ではないといえよう。

部材高さの増大はこの検討の範囲外と考えるのでここでは省略する。

以上のように簡単な検討を行った結果を述べた。計算上はU・Rとなっても、算定に使用した鋼材の強度より実際の使用鋼材の方が高い場合が多く、実際の桁ではO・Rの場合もあると考えられる。その他にコンクリートの強度等注意する点が多くある。

現行のJIS桁はworking loadの場合は問題ないが、不測の過大な外力に対してはスラブタイプの桁は多少の不安が残る。

4. あとがき

この小文を執筆しながら、筆者もかつてPC-JIS桁の改訂委員としてお手伝いをした時のことを思い出した。その際に十分に検討を加えていたにもかかわらず、印刷完成が間近の時点でミスが発見されあわてて修正したことがあった。しかし、前述のように現行のPC-JIS部材が破壊時にover-reinforcementであることは、かなり重要な問題で、このままJIS桁を使用するのならば注意事項などを解説書の中で記述する必要がある。

今後の一般的な傾向として、経済性、耐久性の追求の結果として、高強度コンクリート、新素材の使用が多くなっていくであろう。その結果、コンクリートの高強度化、あるいは新素材の活用、コンクリート部材のover-reinforcement化を含めて破壊時の脆性的傾向を強めていくものと想定できる。この場合に設計上考慮しなければならないことは、現行のcheck loadあるいは安全率の再検討である。外国の基準類には、脆性的破壊挙動に対して、コンクリートの算定上の圧縮強度の低減あるいは安全係数を変化させる等の処理が規定されている。我国においても、耐震性にも配慮しながら、設計基準全体の検討が必要となろう。

この小文が、JIS桁を使用する場合などに多少なりともお役に立てば幸いとすところす。

参 考 資 料

- 1) JIS橋げたによるPC道路橋、設計・製造便覧 A5313 平成7年3月
およびJIS橋げたによる軽荷重PCスラブ橋 設計・製造便覧 A5319
平成8年3月 プレストレスト・コンクリート設計業協会