

V-62 限界状態設計法による高架橋の設計

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 石橋忠良

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 大庭光商

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 ○末弘 保

1. はじめに

鉄道構造物の設計は、従来許容応力度設計法に加えて終局強度設計法にて行われてきた。昭和61年の土木学会のコンクリート標準示方書の改訂にともない、旧国鉄において、学会示方書の精神を踏まえて「限界状態設計法による建造物設計標準（案）」（昭和62年 2月；構造物設計事務所）を作成した。

今回、福島・山形間ミニ新幹線運転計画に伴う約1kmの福島駅取付部ビームスラブ式ラーメン高架橋の設計において、この設計標準（案）を基にした本設計用の設計標準を作成し、限界状態設計法による設計を行ったので、その概要を報告する。

2. 設計条件

今回設計した高架橋の概略を図-1に示す。また一般条件を表-1に示す。設計列車荷重は図-2に示すようなP-17と呼ばれる軸重17tの標準活荷重である。

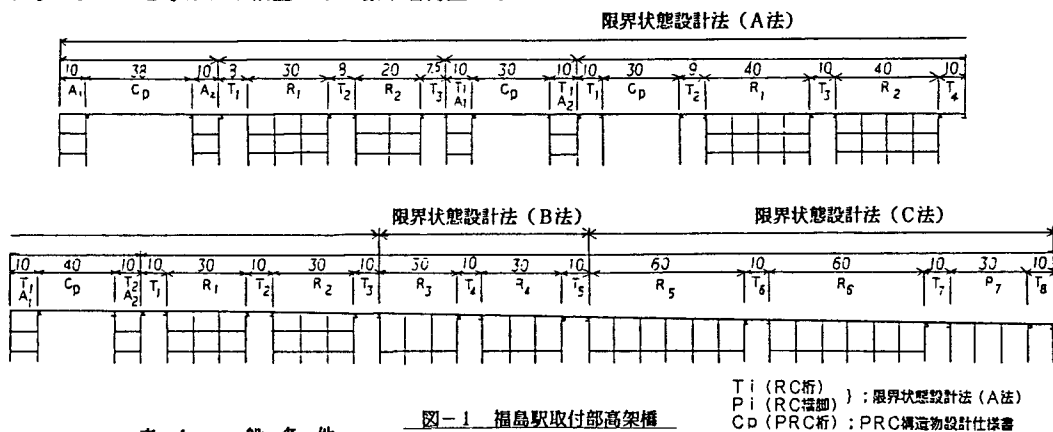


表-1 一般条件

線路本数	単 線
軌道形式	ス ラ ブ 軌 道
曲線半径	R300~直線
勾 配	33/1000
基礎の種類	1柱1基礎（場所打杭）

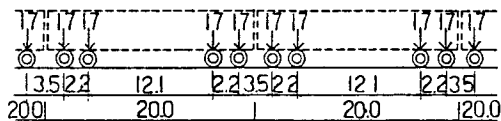


図-2 P-17標準活荷重

本高架橋ではA～Cの3種類の荷重に乗じる係数を設定した。このうちA法は現行設計標準とほぼ対応した係数であり、背の高い高架橋（H=15m以上）と単純T桁に適用した。またB法（H=12m以上）、C法（H=12m未満）は、これより若干係数を小さくしたものである。各法の荷重に乗じる係数と、土木学会の安全係数との対応を表-2に示す。また各法の終局限界状態における荷重の組合せを表-3に示す。

表-2 土木学会の安全係数との対応
（死+列+衝+運心の組合せについて）

	荷重係数 γ_f	構造解析 係数 γ_a	部材係数 γ_b	構造物係数 γ_i	荷重組合 せ係数 ϕ	$\gamma_f \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot \phi$	荷重に乗 じる係数
A 法	1.20	1.00	1.15	1.20	1.00	1.656	1.65
B 法	1.20	1.00	1.15	1.10	1.00	1.518	1.50
C 法	1.20	1.00	1.15	1.00	1.00	1.38	1.40

表-3 荷重の組合せの一覧表(終局限界状態)

設計法 構造物の種別	限界状態設計法(A法)										限界状態設計法(B法)				限界状態設計法(C法)			
	桁		橋脚				ラーメン高架橋				ラーメン高架橋				ラーメン高架橋			
死荷重	1.65	1.35	1.65	1.25	1.25	1.00	1.65	1.35	1.25	1.00	1.50	1.25	1.15	1.00	1.40	1.15	1.05	1.00
列車荷重	1.65	1.35	1.65	1.25	1.25	1.00	1.65	1.35	1.25	1.00	1.50	1.25	1.15	1.00	1.40	1.15	1.05	1.00
橋脚	1.65	1.35	1.65	1.25	1.25		1.65	1.35	1.25		1.50	1.25	1.15		1.40	1.15	1.05	
に	1.65	1.35	1.65		1.25		1.65	1.35			1.50	1.25			1.40	1.15		
乗		1.45			1.30			1.45				1.35				1.25		
じ				1.30				1.30				1.20				1.10		
る				1.30				1.30				1.20				1.10		
係					1.50													
数						1.50			1.50					1.42			1.35	
水					1.25	1.00												

3. 設計結果

今回行った限界状態設計法と従来の許容応力度設計法との比較結果を示す(表-4)。なお、比較した高架橋の形状は、A法は2層3径間、B法は1層3径間、C法は1層3径間のラーメン高架橋である。

- 1) 線路直角方向ラーメンのはりは、従来と同様に終局限界状態(地震)で決定された。しかし、B、C法では部材断面を変更するには至らなかった。
- 2) 線路方向ラーメンの上層はり、従来と同様に支点部はひびわれで、スパン中央部は疲労で決定された。限界状態設計法ではひびわれの制限値(許容値)が大きくなったので($\sigma_{\perp}=1000 \rightarrow 1200 \text{ kgf/cm}^2$)、必要鉄筋量が減少した。
- 3) セン断については、特にスラブのせん断耐力が従来より厳しくなった。しかし、部材断面の変更には至らなかった。
- 4) 柱は従来と同様に終局限界状態(地震)で決定された。また、必要鉄筋量が減少した。

表-4 限界状態設計法と従来設計法のせん断力及び必要鉄筋量の比較

設計法 部材・部位		A 法		B 法		C 法	
		限界状態	従来法	限界状態	従来法	限界状態	従来法
線路直角方向 ラーメン上層はり (支点部上側)	断面力 tf	108.4	108.4	88.7	94.8	37.9	43.5
	荷重の組合せ	死列地遠	死列地遠	死列地遠	死列地遠	死列地遠	死列地遠
線路方向ラーメン 上層はり (支点部)	必要鉄筋量 cm ²	35.2	42.7	31.9	38.5	46.3	56.2
	決定限界状態	ひびわれ	ひびわれ	ひびわれ	ひびわれ	ひびわれ	ひびわれ
スラブ せん断 (支点部)	応力度 kg/cm ²	4.8	6.1	4.4	6.1	5.1	6.1
	荷重の組合せ	死列衝遠	死列衝遠	死列衝遠	死列衝遠	死列衝遠	死列衝遠
柱	必要鉄筋量 cm ²	36.8	36.8	58.2	61.1	18.6	22.1
	荷重の組合せ	死列地	死列地	死列地	死列地	死列地	死列地

※スラブせん断応力度は従来法との比較のために、限界状態設計法ではコンクリートが受け持つせん断応力度を荷重係数で除したものとした。また従来設計法はせん断許容応力度である。

※荷重の組合せの略号は次のとおり。

死: 死荷重, 列: 列車荷重, 地: 地震の影響, 遠: 遠心荷重, 衝: 衝撃

4. おわりに

今回約1kmの高架橋についての設計であったが、これを今後の限界状態設計法による示方書の作成に生かしていきたいと考えている。