

国鉄岐阜工務局

正 丸山広登

国鉄岐阜工務局

桑原権一

国鉄構造物設計事務所

正 大坪正行

1 まえがき

国鉄において、RCラーメン高架橋は新幹線建設あるいは都市内連続立体交差工事などに主要構造形式として採用されてきた。これは建設費が他の構造形式に比べ割安なこと、また高架下の利用に適した構造であること、不静定次数が高く耐震性に優れていること等の理由によるものである。

しかし、従来のラーメン高架橋は現行の設計方法では、通常4径間(35m程度)が限度であった。これは死荷重(死)+温度変化の影響(温)+乾燥収縮の影響(乾)+地震の影響(地)の荷重組合せにおいて部材断面(特に柱)が決定され、多径間ラーメン高架橋が不経済なものや設計が不可能なものになっていたためである。この荷重組合せは温度変化および乾燥収縮の不静定構造物に及ぼす影響が複雑なため、十分合理的な根拠がないまま経験的に評価されてきたのが現状で、その不明確さから過大な安全度が見込まれていた。しかし、最近の多くの実験結果によれば、RC部材の鉄筋降伏時の剛性は初期剛性の1/2程度に低下し、(温)+(乾)の影響も1/2程度になることが確かめられている。このことを考えれば(死)+(温)+(乾)+(地)の荷重組合せが部材の破壊に影響を与えることは少ないことがわかったので、今回の比較設計ではこの荷重組合せは行わないことにした。また、(死)+(地)の荷重組合せのかわりに(死)+(列)+(地) $\times 1.5$ の荷重組合せを加えて多径間ラーメン高架橋の比較設計を行なった。

2 従来の設計方法と今回の設計方法との比較

ここでは4径間ラーメン高架橋について両設計方法により検討した結果について述べる。

比較設計の諸元

- (1) 形式：2線2柱式ラーメン高架橋(バラスト軌道)
 (2) 径間数：4径間 径間長：8.0m 高さ：7.0m
 (3) 基礎：1柱1基礎 場所打ちぐい： $\phi = 1.0$ m

表-1に両設計方法による結果を柱について示した。表-1によれば、従来の方法では $\sigma_c = 82.5\%$ となっており、柱の寸法は表記の荷重組合せで決まっている。また、鉄筋は $\sigma_s = 1539\%$ で許容応力度に対しては余裕があるが鉄筋量を減らして許容応力度に近づけると、圧縮鉄筋も減ることになり σ_c がオーバーする。従って、この場合は鉄筋量も表記の荷重組合せで決まっている。これに対して今回の方法は $\sigma_c = 82.9\%$ となり、柱の寸法は表記の荷重組合せで決まっている。また、鉄筋は破壊安全度で決まっている。

以上のように従来の柱の寸法、鉄筋量ともに(死)+(温)+(乾)+(地)の荷重組合せで決まっていたのに対し、今回の方法では柱の寸法は使用状態で決まり、鉄筋量は破壊安全度で決まる。

3 径間数による比較

ここでは前記2の高架橋で径間数を4, 5, 6, 7, 8, 10として比較設計した結果について述べる。図-1には4, 8, 10径間の(温)+(乾)による曲げモーメント図を示す。表-2は4~10径間の検討結果を示す。

表-1

値は常時換算

	従来の方法	今回の方法
柱断面寸法(cm)	80 × 80	75 × 75
鉄筋量	D32-8本	D32-6本
荷重組合せ	死+温+乾+地	死+列+衝+制+0+温
M (t・m)	78.2	54.9
N (t)	68.7	184.3
σ_c ($\%$)	82.5 < 90	82.9 < 90
σ_s ($\%$)	1539 < 2000	460 < 2000
破壊安全度	2.37 > 1.7	1.21 > 1.0

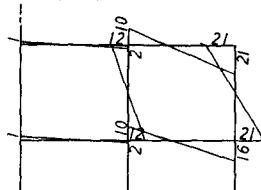
図-1, 表-2より

(温)+(乾)による柱の
曲げモーメントについ
て次のことが言える。

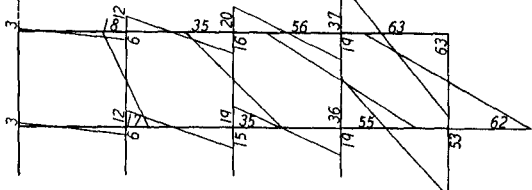
(1) 柱の剛性が同じであ
れば径間数にほぼ比例

して曲げモーメントが増加する。(2) 径間数が
同じであれば柱の剛性の増加に応じて曲げモ
ーメントも増加する。なお、10径間について
は外側2列の柱の線路方向寸法を中間部より
小さくすることにより、外側の柱の曲げモ
ーメントの減少を計った。

4径間(柱70^{cm})



8径間(柱80^{cm})



10径間(柱85^{cm}, 70^{cm})

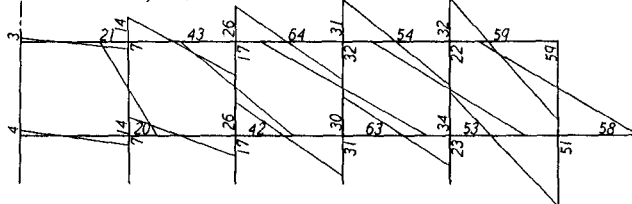


図-1

表-2

値は常時換算

径間数	4		5		6	7		8	10	
柱断面(cm)	70×70	75×75	75×75	80×80	75×75	80×80		80×80	85×85 (中央部6列)	70×85 (外側2列7列)
温+乾 モーメント(t-m)	21.4	26.0	33.3	40.6	39.6	55.8	35.0	62.9	63.6	58.6
荷重組合せ	死+列+衝 +ロ+制+温	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
鉄筋量	D32-7本	D32-6本	D32-6本	D32-5本	D32-7本	D32-8本	D32-4本	D32-8本	D32-8本	D32-9本
M (t-m)	51.0	54.9	59.9	65.0	65.1	70.6	59.1	85.0	93.7	71.6
N (t)	188.4	184.3	184.5	184.5	184.9	185.5	171.6	185.9	169.0	181.1
σ_c (N/cm ²)	85.7	82.9	89.2	89.1	89.9	86.5	86.6	92.4	87.2	90.0
σ_s (N/cm ²)	39.8	460	594	739	638	737	757	943	1012	762
破壊安全度	1.25	1.21	1.24	1.25	1.36	1.56	1.18	1.58	1.50	2.06

死: 死荷重 列: 列車荷重 衝: 衝撃荷重 ロ: ロックレール鉄荷重 制: 制動荷重 温: 温度乾燥収縮の影響

柱の断面寸法は使用状態で決定され、鉄筋量は破壊安全度で決定されることが断面のつりあいと望ましい。表-2に示す多径間ラーメン高架橋では同じ柱断面としているため、側径間の柱ではコンクリートの圧縮応力度が許容値いっぱいになり破壊安全度に余裕がある。逆に中間部はコンクリートの圧縮応力度に余裕があり、破壊安全度で鉄筋量が決定する設計になった。

4 まとめ

4径間については従来の方法によれば80^{cm}必要であった柱断面が今回の方法では70^{cm}となり主鉄筋量も従来のものより少なくなる。

また、8径間にした場合でも柱断面は80^{cm}×80^{cm}でよく、10径間では内側の柱を85^{cm}×85^{cm}とし、外側2列の柱の線路方向寸法を薄くして85^{cm}×70^{cm}にすれば十分対応できることが判明した。

なお、経済性において径間数による差異はそれ程見受けられなかった。これは多径間にするによりゲルバ-受部を少なくできるものの、その替りに地中梁が増加するので両者が相殺していると考えられる。

多径間ラーメン高架橋は配筋の密なゲルバ-受部が少なくなり施工上の利点がある。また、保守と問題が多い継目部の数が減る点でも優れている。