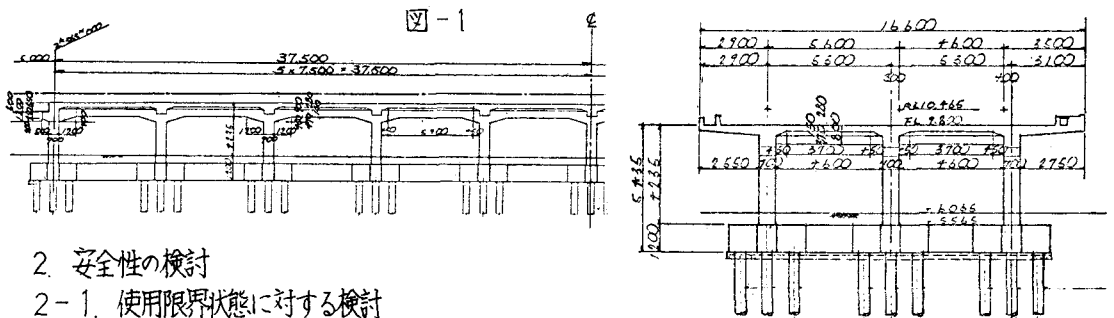


国鉄 構造物設計事務所 正 名崎修輔
 ○ 国鉄 仙台新幹線工務局 正 北後征雄
 国鉄 仙台新幹線工務局 川中紀男

まえばき 新幹線および都市内高架化工事に伴ない、高速分岐器部分のスラブ軌道化、環境保全および高架下利用等の観点から、目地の少ない構造物が要請されている。本報告はこれらの要求に答える多径間RCラーメンの実用化へのアプローチとして、1970年CEB/FIPのコンクリート構造物設計施工国際指針を参考として、使用限界状態、疲労限界状態、終局限界状態についての検討を行なったものである。

1. 構造物の概要 図-1に示す10径間連続3線3柱RCラーメン高架橋とし、柱等の断面は、従来の許容応力度法で定まる形状、寸法を用いている。



2. 安全性の検討

2-1. 使用限界状態に対する検討

荷重作用特性値に荷重係数を乗じて求めた設計用値に対応する部材のひびわれ幅、並びに変位が許容値以下となることを確かめることによって行うものとし、許容値は次のとおりとした。

ひびわれ幅 0.2 mm 以下 ($\sigma_s \leq 1700 \text{ kg/cm}^2$)

たわみ量 $L/1000$ L : スパン

注は表-1による。

2-2. 疲労限界状態に対する検討

荷重作用特性値に荷重係数を乗じて求めた設計用値に対応する材料に作用する応力度が、その疲労強度の設計用値 f_d 以下となることを確かめることにより行った。 f_d はその特性値 f_k を材料係数 γ_m で除した値とした。

γ_m を表-2に示した。また、 f_k は、列車を走行させ各着目点毎に求めた応力度の最大値と最小値の比 K と耐用期間 (70年と仮定) 内に走行する列車回数から振幅範囲計数法により繰返し回数 $N_{\log}$ を算定し、低減係数 C を求め、次式により決定した。

$$f_k = \frac{1800 \times C}{1 - 0.7 \times K} \quad K = \frac{161 \text{ min}}{161 \text{ max}} \quad C = \left(\frac{2.00}{\sum N_{\log}} \right)^K$$

但し、1800はSD35で繰返し回数200万回の場合である。応力度が交番する場合 K は負号とする。

2-3. 終局限界状態に対する検討

材料強度の特性値 f_k を材料係数 γ_m で除して求めた設計用値 f_d を用いて、部材断面の耐力 $f(f_d)$ を求め、これを安全係数 γ_m で除した値 R_d が断面力の設計用値 S_d 以上であることを確かめることにより行った。

S_d は荷重作用の特性値 F_k に荷重係数を乗じて求めた設計用値 F_d を用いて求めた断面力 $g(f_d)$ に安全係数 γ_f を乗じた値である。 $R_d \geq S_d$ ここに $R_d = f(f_d) / \gamma_m$ $f_d = f_k / \gamma_m$

$$S_d = \gamma_{nf} \cdot g(F_d) \quad F_d = \gamma_f \cdot F_k$$

また、 γ_{nm} は破壊時における延性、部材耐力の計算上の不確実性、部材寸法ばらつき等を考慮し、 $\gamma_{nm}=1.25$ とし、 γ_{nf} は構造物の重要度その他を考慮して定めるが、本設計では $\gamma_{nf}=1.25$ とした。

3. 設計に使用する諸数値について

設計に用いる数値の算定にあたって従来の考え方と異なるものは次のとおりである。

1. 荷重条件にクリープの影響も考慮した。
2. 対象構造物は仙台車両基地内に用いられるため、実荷重を採用した。
3. 断面2次モーメントの計算に際しては全断面有効とし、鉄筋も考慮した。
4. ひびわれ発生後の柱部材の剛性低下を考え、柱の剛度は70%とした。
5. スラブの解析を行う場合、二方向スラブについては有限要素法により解析した。
6. 疲労限界状態の検討に際して、K、Cの算定に温度変化の影響を考慮した。

4. 計算結果

荷重の組合せによる許容応力度の割増も含め、コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca} = \frac{\sigma_{ck}}{2}$ 、鉄筋の許容引張応力度 $\sigma_{sa} = 3300 \text{ N/cm}^2$ とし、許容応力度法により求めた鉄筋量と本検討による鉄筋量の比較の一例を表-3に示してある。

5. 今後の進め方

今回の試設計では、部材が降伏して塑性ヒンジを生ずるまでに到らなかったことなどから、構造物の限界強さを正確に把握したとはえず、単に仮定した安全度を満足しているに過ぎない。したがって、引き続き構造物の終局耐力を求めるため、3径間程度のラーメンで破壊に到るまで段階的に荷重をかけていき、それに対する部材各点での安全度を算定したいと考えている。

また、本試設計による構造物を仙台車両基地内に施工し、ひずみ測定、水平載荷試験、ひびわれ状況の観察、温度変化の影響等を調査し今後の多径間RCラーメン高架橋の限界状態設計法確立のための一助としたい。

あとがき

以上、多径間RCラーメン高架橋の設計について概要を述べたが、許容応力度法との比較等の詳細については当日報告したい。本試設計を実施するにあたり御指導をいただきました東北大学尾坂芳夫教授ならびに日本交通技術K・K河野通之博士に対し、感謝の意を表します。

参考文献

- (1) コンクリート構造物設計施工国際指針 CEB/FIP 1970 鹿島出版会
- (2) 伊藤文人；実働荷重による鉄道橋の疲労被害推定、鉄道技術研究報告 No. 676、1969.4

表-1. 荷重係数 γ_f

	使用限界	疲労限界	終局限界
死荷重	1.0	1.0	1.0
活荷重	1.0	1.0	1.2

γ_f ；荷重の変動、施工誤差等の影響を考慮したもの

表-2. 材料係数 γ_m

	使用限界	疲労限界	終局限界
鉄筋	1.0	1.0	1.0
コンクリート	1.0	1.0	1.5

γ_m ；材料の不均一さ、経時変化等の影響を考慮したもの

1	2	3	4	5	6
①	②	③	④	⑤	⑥
12	13	14	15	16	17

表-3. 柱部材の鉄筋量の比較

柱番号	許容応力度法	試設計
1	D32-11	D32-8
2	D32-14	D32-8
3	D32-13	D32-7
4	D37-7	D32-4
5	D32-4	D32-4