

○ 国鉄正員 青木 桂一
国鉄正員 山本 強
国鉄正員 石橋 忠良

1 はじめに

鉄道RC桁の鉄筋の疲労強度は種々の設計条件により異なるが、以下では設計に利用できるように鉄筋の疲労強度を試算した。

2 列車荷重の実態

現在、部材応力度を計算するための荷重としては在来線ではKS荷重を用いているが、実列車のKS相当値（KS荷重載荷時のモーメントに対する実列車載荷時のモーメントの比）は表1のようであるので、疲労を考える場合には図1のようなモデル実列車を想定した。検討の結果電車としてはスパン5m程度ではCase2、その他のスパンではCase1の列車の影響が大きいことがわかった。貨物列車はCase3を用いた。また電車専用線の荷重は乗車率が関係するのでここでは省略した。

3 計算上のモーメントくりかえし回数

設計計算の簡便化のために本試算ではKS荷重による応力の上限を決める表現としたが、そのためにはモーメント変動波をKS荷重載荷時のモーメントの単純くりかえしに換算する必要があるが、このときレンジペア法が最適であり、かつマイナー則が完全に成立すると仮定した。

4 S-N線図

計算に用いるS-N線図としてはSD-30、SD-35の鉄筋母材と、それらの圧接したもの2種類を考えた。そしてスパン5m以上の桁には圧接継手があることを前提とした。S-N線は過去に行われた多くの疲労試験の報告から安全側に想定した結果図2のようになった。この図から鉄筋の疲労強度は次式で求められる。

$$\sigma_{ra} = \sigma_{min} + \left(1 - \frac{\sigma_{min}}{\sigma_b}\right) \cdot \frac{10^a}{N^b}$$

ここで σ_{ra} : 鉄筋の疲労強度

σ_{min} : 検討鉄筋に発生する最小応力度

σ_b : 鉄筋の破断応力度

a, b : 図2参照

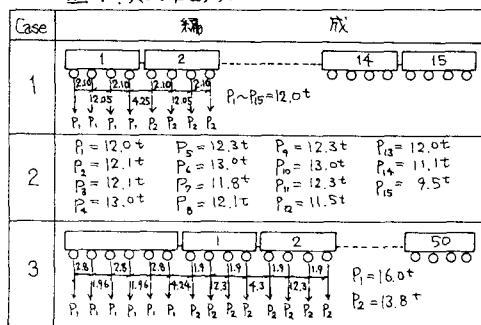
ただし、この式は疲労強度と最小応力度との間にGoodman線図の関係が成立することを前提としたものである。

5 疲労強度の計算のための条件

以下に本試算で用いた計算条件を掲げる。

1) 列車本数 : 在来線はA, Bの2クラスと電車専用

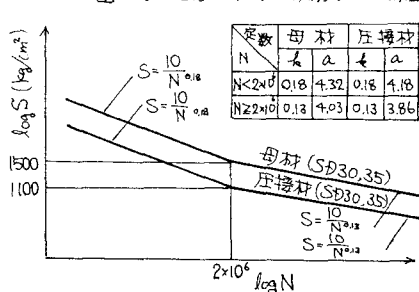
図1. 実列車モデル



桁長 (m)	2	5	10	20	30	40
DE-10	12.5	12.5	12.1	11.8	11.8	11.9
ED-75	13.7	13.7	11.6	11.8	11.8	11.9
キ158	10.0	10.0	8.7	7.7	6.7	6.4
100系	11.7	11.7	10.2	9.2	8.2	8.0
EF-15	12.9	12.9	12.1	13.9	14.1	14.2
EF-60	13.3	13.3	12.8	13.6	13.8	13.8

表1. 実列車のKS相当値

図2. 完全片振り時の鉄筋のS-N線図



線の合計3つのクラスに分けた。各々の列車本数は表2のとうりである。

2)設計耐用年数： 100 年

3)構造形式：複線構造の場合A、B、C、Dの4形式を想定した。各々、荷重分配率のちがいであり、Aは単線分離構造（荷重分配率1.0：0.0）、Bは0.9：0.1、Cは0.7：0.3、Dは0.5：0.5の荷重分配率である。

線 区	列車種別	上り	下り
A	電 車	78	80
	貨物列車	74	76
B	電 車	85	85
	貨物列車	5	5
電車専用線	電 車	281	278

(本/日・線)

表2. 列車本数

4)最小応力度 ($\sigma_{\min}$)：過去の突橋調査の結果、鉄筋の最小応力度はスパン

ℓ (m) によって変化し、次式を用いれば安全側の値が得られることがわかった。

$$\sigma_{\min} = 500 + 20 \cdot \ell \quad (\text{kg/cm}^2)$$

5)列車荷重：モデル列車としては電車専用線以外では電車（通勤用電車、特急用電車等）として、スパン5m程度で図-1のCase 2、他のスパンではCase 1を用いた。貨物列車（機関車+貨車）としてはCase 3を用いた。具体的には、Case 1は101系～103系電車200%乗車程度、Case 2は現在ある電車を使った最も荷重が大きくなる組合せであり、Case 3はEF60（電気機関車）がコキ車（貨車）が荷物を満載して50両けん引した場合である。

電車専用線では山手線タイプの電車をベースに、100%乗車の時間帯が1日の列車本数の74%、250%乗車の時間帯が1日の列車本数の26%であるとした。

6)鉄筋：スパン5m以上の桁では圧撓継手があることを前提としている。

7)スパン：小スパンではスパン長の変化による結果の差は大きく、大スパンになると結果の差は小さく、また一定スパン以上になると値は収束するので、計算するスパンとしては2m、5m、10m、20m、30mの5種類とした。

8)設計荷重：表2に示すように3種類の線区を想定したが、A線区はKS-16で設計する線区であり、B線区はKS-16とKS-14のどちらかで設計する線区である。電車専用線は現在、長スパンではK-12短スパンではS-16で設計している。

6 鉄筋の疲労強度

5の計算条件で試算した結果表-3のような値が得られた。

線区 スパン (m)	A					B										電車専用線			
	KS-16					KS-16					KS-14					K-12, S-16			
	A	B	C	D	単線	A	B	C	D	単線	A	B	C	D	A	B	C	D	
2	1611	1730	2014	2607	1789	1907	2000	2607	3448	1633	1736	1869	2258	2957	1484	1880	2277	2986	
5	1596	1752	2232	2890	1846	2068	2298	3005	3983	1677	1820	2012	2599	3412	1587	1742	2217	2878	
10	1624	2000	2541	3284	2150	2343	2601	3392	4487	1904	2046	2280	2938	3848	1887	1842	2317	2977	
20	2132	2326	2919	3783	2534	2752	3042	3933	5000	2259	2439	2681	3421	4447	2069	2253	2816	3598	
30	2272	2456	3020	3795	2655	2861	3138	3985	5000	2392	2564	2794	3498	4474	2212	2387	2922	3666	

(kg/cm²)

表3. 鉄筋の疲労強度

7 あとがき

以上在来線のRC単純桁の鉄筋の疲労強度を試算したが、他に新幹線についても計算は行っている。現在、他の構造形式（ラーメン等）についても検討を行っている。