

川崎製鉄 正員 ○佐藤政勝

" " 石渡正夫

日本鋼管

高塚 毅

1. まえがき

新材料の開発，設計，施工技術の向上と効果的な土地利用などの社会的要求が相俟って，原子力発電所，高層ビルディング，本四連絡橋の計画などに見られるように，近年の土木建築構造物の大型化が著しく，これに伴って，施工の省力化，集約化が要請されている。鉄筋コンクリート構造物に用いられる異形鉄筋の太径化は，これらの流れと軌を一にするものであり，鉄鋼各社によって独自の太径鉄筋の開発が行われてきた。太径の鉄筋は，断面積に比べて周長の割合が小さいことから，付着性が減少し，これに伴ってひびわれ幅が大きくなることが予期されるから，細径のものと同等の付着性を保持できるように表面形状に工夫を凝らした形状が採用されている。

川崎製鉄㈱と日本鋼管㈱の太径鉄筋では，より高い付着性を保持し，一定の鉄筋応力に対して，最大ひびわれ幅を小さくする配慮からふしはリブと直角とし，その間隔を従来の鉄筋の $1/2$ 以下の 15 mm とした形状を採用している。本報告は，この横ふし太径鉄筋の 200 万回疲労強度振幅を求め，疲労を考慮した場合の許容引張応力度の制定に必要な資料を得るために両社の共同研究として実施した鉄筋コンクリート桁の疲労実験結果をまとめたものである。

2. 試験の概要

図 1 に示すく形梁に，引張鉄筋中立軸位置の応力度が自重を考慮して 5.0 Kg/mm^2 に相当する荷重を下限とし，応力振幅が 15.0, 17.5, 19.0, 20.0, 及び 22.5 Kg/mm^2 に相当する荷重を上限として引張鉄筋が破断するまで繰り返し载荷を与えた。この内応力振幅が 15.0 Kg/mm^2 の実験桁についてのみ引張鉄筋にゲージを張り付けたが，残りの桁についてはゲージを張り付けていない。試験に用いたコンクリートの示方配合及び鉄筋の化学成分と機械的性質を表 1 および表 2 に示す。

3. 実験結果

繰り返し破断回数と応力振幅の実験結果を図 2 に示す。ここで白丸は引張鉄筋にゲージを貼り付けてある桁の値を，黒丸は残りの桁の値を示し，実線は，これらの黒丸の値について最小二乗法から求めた実線式を，破線の白丸は太径鉄筋の素材の結果を示す。200 万回疲労強度振幅を最小二乗法による実験式から求めると，弾性係数比を 7 とした場合，引張鉄筋中立軸位置では， 19.0 Kg/mm^2 ，引張下縁位置では， 20.3 Kg/mm^2 また，弾性係数比を 15 とした場合は，それぞれ 19.6 Kg/mm^2 ， 20.9 Kg/mm^2 程度となる。図 2 の破線で示すように，下限応力度を 2.0 Kg/mm^2 としたとき素材の 200 万回疲労強度振幅は 20 Kg/mm^2 程度である。

Table 1 Design of Mix for Concrete

Design comp-ressive strength of aggregate (Kg/cm^2)	Maximum size of aggregate (mm)	Slump (cm)	Unit cement C (Kg/m^3)	Unit water W (Kg/m^3)	W/C (%)	Fine aggregate F (Kg/m^3)	Coarse aggregate G (Kg/m^3)	F/G (%)
330	20	8 ± 1.5	348	180	51.8	905	806	45.5

Table 2 Test Result of Large Size Deformed Bar (SD 35)

Unit weight (Kg/m)	Dimension Diameter (mm)	Cross section (cm^2)	Chemical composition (%)					Tensile test			Bend test
			C	Si	Mn	P	S	Y. P.	T. S.	Elongation (%)	
15.9	50.8	20.27	22	40	143	18	15	36	55	30	Good

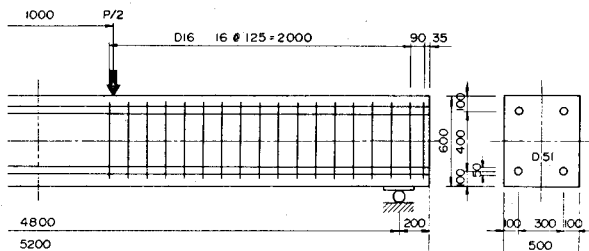


Fig. 1 Dimensions of R.C. Beam with Large Size Deformed Bar

4. 疲労を考慮した許容応力度について
 一般に R C 構造物は、その構造様式の性格からみて通常の供用载荷時にあっては交番応力を受けることがまれであり、特に太径を用いた R C 桁では自重の占める割合が 60% 以上になるものと思われる。R C 構造物が橋脚や建築構造物の柱部材として用いられる場合には供用载荷時に完全片振り応力に近い状態はまれであり、せいぜい応力比の高い部分片振り応力が問題になる程度である。従って R C 構造物の設計においては、鉄道橋の主桁等を除けば 100 万回以上の高サイクル疲労よりもむしろ地震荷重などによる 1 万回程度迄の低サイクル疲労を問題にすべきであって、現行示方書の疲労強度より定まる許容引張応力について実用の見地から検討を要する様に思われるが、ここでは、現示方書の規定に従って太径鉄筋の許容応力度を検討する。図 3 は示方書の許容引張応力度 20 Kg/mm^2 、疲労強度より定まる許容引張応力度 18 Kg/mm^2 を用いて S D 35 鉄筋の疲労強度線図を示したものである。示方書では、平均応力に関するパラメータが含まれていないから疲労強度から定まる許容引張応力度 18.0 Kg/mm^2 を最大応力軸上に取り、これを横切る応力比が 1 の直線と許容引張応力度 20 Kg/mm^2 と交差する領域内（図 3 において斜線で囲まれた部分）が設計時に許容される応力域になる。図 3 に示す様に、桁および素材の結果はその斜線外に位置し、かつ引張強度と素材および桁の実験結果を結んだ線は最大応力軸上で 21 Kg/mm^2 を示しており、完全片振り応力状態でも静的な許容引張応力以上である。この結果、太径鉄筋の疲労強度は現行 S D 35 の規定を十分満しており、現規定に基づいて疲労設計された構造物に用いても十分安全を確保できることが確認できた。

疲労強度を論ずる場合、その繰り返し回数は不可欠にもかかわらず現行では繰り返し回数との対応がなされていない。その意味では国鉄の全国新幹線網建造物設計標準の規定では繰り返し回数との関係を明記しており、より実設計的な設計基準である。このうち S D 35 に関する規定を示した図 2 の一点鎖線と太径鉄筋の結果の比較からもその安全性を確認することができる。

5. 文 献

- 1) 後藤, 嶋, 大塚: 太径異形鉄筋の付着性についての研究, 第 28 回土木学会年次学術講演会概要集
- 2) 伊藤, 近藤, 阿部: 全国新幹線網用構造物の疲労を考慮する場合の許容応力度, 構造物設計資料

16 3 2 (1 9 7 2)

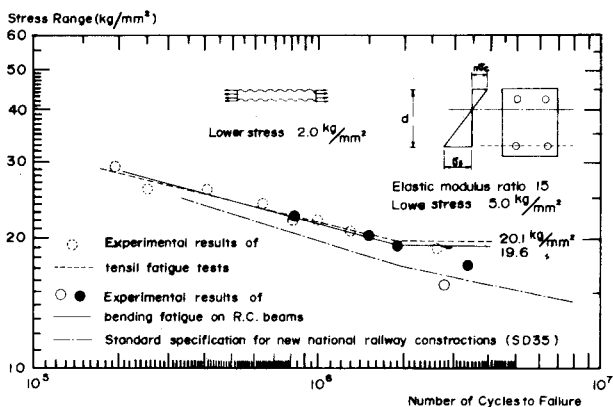


Fig. 2 Stress - Endurance Diagram in Stress Amplitude

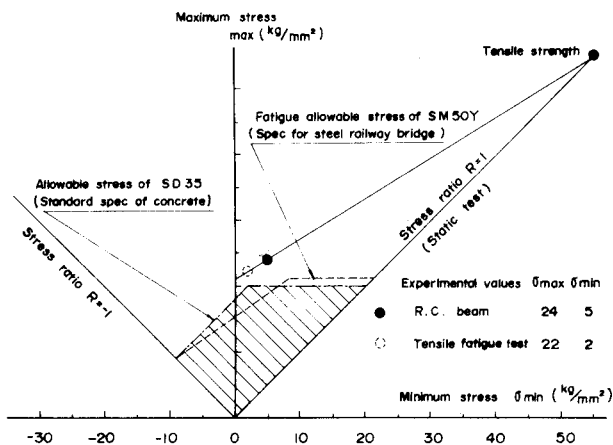


Fig. 3 Fatigue Limit Diagram of Large Size Deformed Bar