

高性能軽量骨材コンクリート梁部材のせん断疲労特性

石川島建材工業(株)

正会員 室賀 陽一郎

石川島建材工業(株)

正会員 伊達 重之

石川島建材工業(株)

正会員 長谷川 聖史

1.はじめに

最近、高性能軽量骨材の開発などにより軽量骨材コンクリートの構造部材への適用が増えつつある。特に、橋梁分野においては死荷重の軽減などを主目的に、上部工への適用事例が報告されている¹⁾。

本研究では、橋梁桁への適用を想定し、軽量骨材コンクリート部材において低下が懸念される疲労せん断耐力について、土木学会コンクリート標準示方書(以下、示方書)による設計値と疲労試験結果との比較から、示方書の適用の可能性を検討した。疲労試験はプレストレス導入量およびせん断補強鉄筋の配置間隔をパラメータとして行い、同じ圧縮強度の普通骨材コンクリートとの比較も行った。

2.試験概要

2-1 試験体

試験体の形状および寸法を図-1に、試験体の諸元を表-1に示す。

試験体は曲げ破壊に先行してせん断破壊するように設計した。せん断補強鉄筋の配置間隔は、比較的粗な場合としてコンクリート標準示方書による最大間隔(部材有効高さの3/4倍以下)のもの、比較的密な場合としてその1/2の間隔のものを設定した。

試験に用いたコンクリートの主な物性値を表-2に示す。なお、軽量骨材コンクリートはせん断強度の低下を少なくする目的から、目標単位容積質量1.8~2.0t/m³を満足する範囲内で粗骨材に人工軽量骨材と砕石を混合して使用した。すなわち、砕石を粗骨材容積比で40%使用した。

2-2 疲労試験方法

疲労試験は荷重制御型(載荷周期4Hz)の、荷重容量が490kNの疲労試験機(片振り載荷)で行った。作用最小せん断力は、全ての試験体において9.81kNとした。

3.試験結果

破壊形態は、強度比が比較的高い試験体でせん断圧縮破壊となっている梁以外はすべて、せん断引張破壊となった。

載荷重の振幅と繰り返し回数の関係を図-2に示す。試験パラメータであるプレストレス導入量およびせん断補強鉄筋の配置間隔の影響が、次のように現れている。

- ① プレストレス導入量の導入量が多いものほど、疲労耐力は高い傾向にある。
- ② せん断補強鉄筋の配置間隔が狭いものほど、疲労耐力は高い傾向にある。

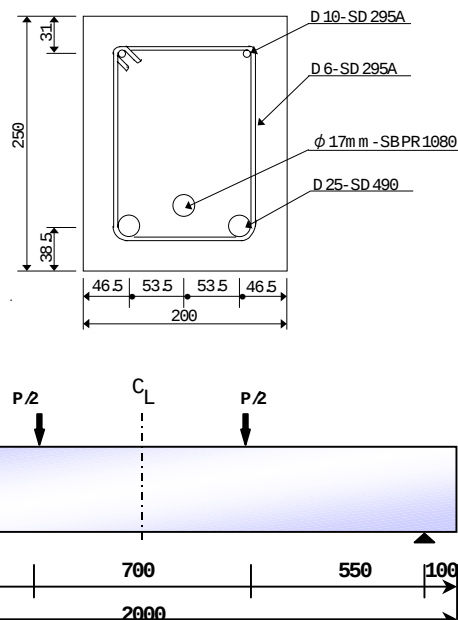


図-1 試験体形状および寸法 (単位: mm)

表-1 試験体の諸元

記号	コンクリート	プレストレス導入量 (N/mm ²)※	せん断補強鉄筋間隔 (mm)
LWC2	軽量	2	150
LWC4		4	
LWC6		6	
LWC4-2		4	75
SWC4	普通	4	150

※ プレストレスにより導入される試験体下縁応力度を示す

表-2 コンクリートの主な物性値

軽量骨材コンクリート	圧縮強度	70~80N/mm ²
	ヤング率	25~27kN/mm ²
	単位容積質量	1.95t/m ³
普通骨材コンクリート	圧縮強度	77N/mm ²
	ヤング率	31kN/mm ²
	単位容積質量	2.40t/m ³

キーワード : 高性能軽量コンクリート, せん断疲労特性, プレストレス

連絡先 : 〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園 720 TEL:0467-77-8554 FAX: 0467-77-4314

③同じ圧縮強度の場合、普通骨材コンクリートの方が軽量骨材コンクリートの疲労耐力よりも高い傾向にある。

これらのことから、軽量骨材コンクリートの場合、普通骨材コンクリートに比べせん断疲労耐力が劣る可能性があるが、静的耐力と同様に、プレストレスもしくはせん断補強鉄筋によって補うことができるものと考えられる。

下式で表す強度比と繰返し回数との関係を図-3に示す。図中の近似線は、強度比は静的せん断耐力を基にしていることから、LWCシリーズを一つのグループとして表したものである。図より明らかに、この近似線とSWC試験結果はほぼ一致した。このことから、せん断疲労耐力に対するプレストレスおよびせん断補強鉄筋の効果は、LWCとSWCではほぼ同等であることが推測される。

$$\text{強度比} : (S_{\max} - S_{\min}) / (1 - S_{\min})$$

ここに、 $S_{\max} = V_{\max}$ (最大せん断力) / V_o (静的せん断耐力)

$S_{\min} = V_{\min}$ (最小せん断力) / V_o (静的せん断耐力)

本研究に用いた軽量骨材コンクリートへの示方書の適用を検討するため、変動荷重(作用せん断力)によるせん断補強鉄筋に発生する応力度 S_{wr} の実験値と示方書による設計値の比較を行った。設計に用いる材料係数および部材係数は1とした。図-4に S_{wr} と破壊繰返し回数の関係を示す。

S_{wr} の算出にあたって、粗骨材の一部に砕石を使用しているが、コンクリートの設計せん断強度は70%に低減した値を用いた。図には、コンクリートのせん断強度を70%に低減しない場合の試験結果および母材疲労強度を50%に低減しない場合の設計値を併せて示す。試験結果の95%信頼区間下限値と示方書による設計値(母材疲労強度の50%低減値)を比較すると、試験結果が大きく上回る。コンクリートのせん断強度を70%に低減しない場合においても同様であり安全側に設計されることがわかった。これは、設計で考慮している以上のプレストレスの効果、もしくは母材疲労強度の低減率について、文献²⁾によれば、設計に用いる母材疲労強度の低減は65%がよいと報告されていることから、示方書の50%には、やや大き目の安全率が設定されていることなどによるものと推測される。

4.まとめ

本研究に用いた高性能軽量骨材コンクリートへの示方書の適用は可能と考えられるが、コンクリートの設計せん断強度および設計に用いる諸係数を適切に設定する必要がある。

＜謝辞＞ 本研究を実施するにあたり、御指導いただいた群馬大学 辻幸和教授には、ここに記して感謝の意を表します。

＜参考文献＞

- 1) 例えば 佐々木 他:独立空隙型人工軽量骨材を用いたコンクリートによる11径間連続PC箱桁橋の施工, セメント・コンクリート, No.660, 2002
- 2) 佐藤 他:スターラップを有するRCはりのせん断疲労強度, 鉄道総研報告書, Vol.4, No.1, 1990

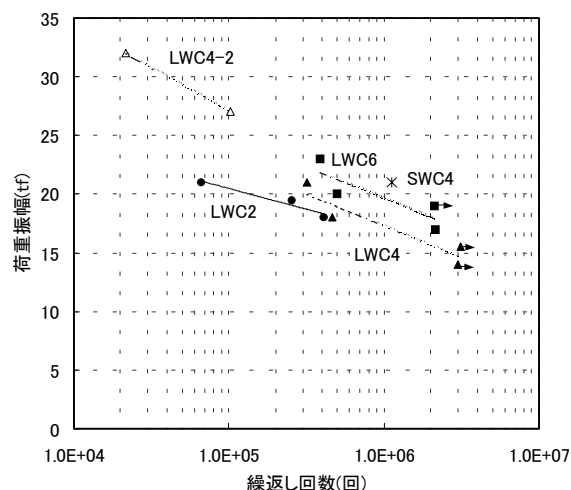


図-2 荷重振幅と繰返し回数の関係

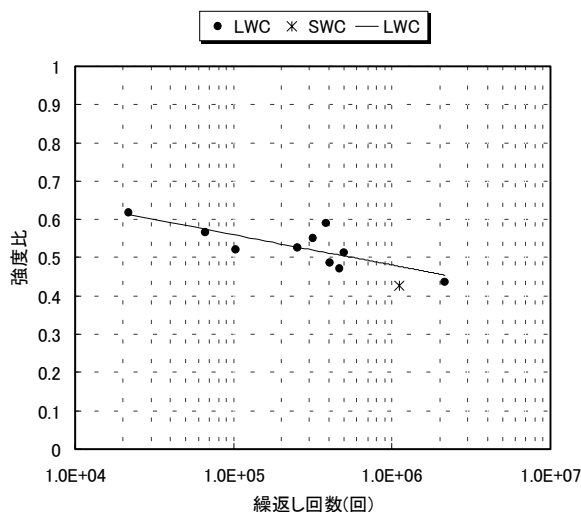


図-3 強度比と繰返し回数の関係

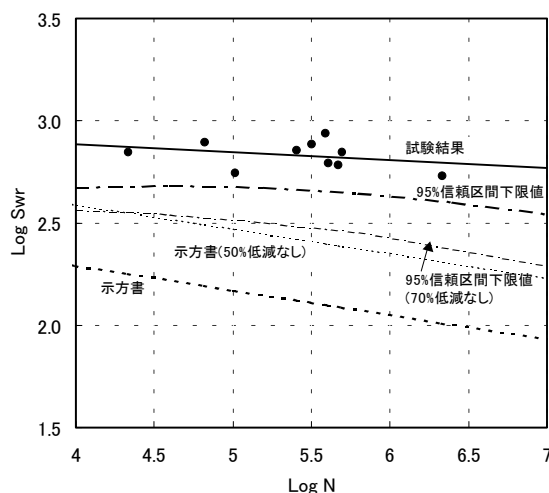


図-4 せん断補強鉄筋の応力度と繰返し回数の関係