

取替用サンドイッチ型複合床版に充填する
超軽量高流動コンクリートの圧縮疲労試験

(株) 鴻池組 正会員○宇都本 彰夫 正会員 為石 昌宏
(株) 鴻池組 正会員 永井 久徳 正会員 福田 尚弘
(株) 鴻池組 正会員 吉田 涼平 正会員 金本 和憲

1 はじめに

筆者らは、取替用サンドイッチ型複合床版等の複合構造物の死荷重（自重）低減を目的に、鋼殻内に充填するコンクリートを軽量化した超軽量高流動コンクリート（以下、超軽量コンクリート）を開発してきた¹⁾。
床版においては、静的な耐荷力に問題が無くても疲労によって損傷劣化が生じる場合があり、特に疲労に係わる基準改正がなされる以前の「道路橋示方書」によって設計された交通量の多い道路橋床版で顕著になっている。サンドイッチ型複合床版においては、充填コンクリートは周囲を鋼殻に覆われているため水の浸入が殆ど無くコンクリートの疲労による劣化は生じにくいと考えられるうえ、疲労による損傷が生じる場合は鋼殻の損傷が先行すると考えられるが、今般充填コンクリート単体での疲労特性を把握するため新たに圧縮疲労試験を実施した。本報告では、同試験の結果について報告する。

2 超軽量高流動コンクリートの概要および配合

取替用サンドイッチ型複合床版の充填コンクリートには従来軽量 1 種高流動コンクリートを使用していたが、床版重量の低減を図るため更に軽量のコンクリートを開発した。軽量化においては、現場打ちのみではなくプレキャスト（工場打設）施工をも見据えて開発を行った。

本開発においては、人工軽量骨材を粗骨材のみでなく細骨材にも用いた軽量 2 種コンクリートとするだけでは不十分であると考えられたことから、以下に示す方法によって更なる軽量化を実施した。

2.1 現場打ち用配合

現場打ち用配合は、軽量 2 種コンクリートの細骨材の一部を直径約 1mm の EPS ビーズ（写真 1）によって置換することで、軽量 1 種コンクリートと比較して 15%程度の軽量化を図った。

2.2 プレキャスト用配合

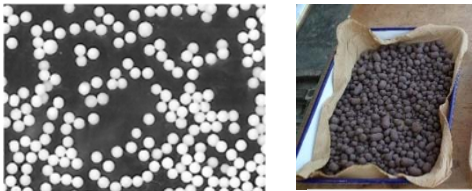
プレキャスト用配合は、軽量 2 種コンクリートの粗骨材に超軽量粗骨材（低含水品）（写真 1）を使用し、軽量 1 種コンクリートと比較して 20%程度の軽量化を図った。

2.3 使用材料および配合

使用材料、配合条件およびコンクリートの配合を表 1～3 に示す。

3 試験方法

試験は供試体を直径 10cm、高さ 20cm の円柱供試体とし、JSTM C



(EPS ビーズ) (超軽量粗骨材)
写真 1 充填コンクリート軽量化材料

表 1 使用材料

項目	記号	種類	物性等
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度3.15g/cm ³
EPS ビーズ	EB	発泡倍率45倍	密度0.0376g/cm ³ 粒度分布 0.6～1.2mm:68.0% 1.2～2.5mm:32.0% 粗粒率3.32
細骨材	S1	軽量細骨材(A社製)	表乾密度1.92g/cm ³
	S2	軽量細骨材(B社製)	表乾密度1.86g/cm ³
	S3	混合砕砂	表乾密度2.61g/cm ³
粗骨材	G1	軽量粗骨材	表乾密度1.66g/cm ³
	G2	超軽量粗骨材(低含水品)	絶乾密度1.07g/cm ³ 5分間吸水密度 1.11g/cm ³
混和剤	-	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸 エーテル系化合物

表 2 配合条件

項目		条件
設計基準強度		35N/mm ²
単位体積重量	現場打ち	17kN/m ³ 程度
	プレキャスト	16kN/m ³ 程度
スランプフロー		600±50mm
空気量		5±1.5%
自己充填性		ランク2

キーワード：取替用サンドイッチ型複合床版、超軽量高流動コンクリート、EPS ビーズ、超軽量粗骨材、疲労
連絡先：〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1 (株) 鴻池組土木事業総轄本部技術本部土木技術部 TEL：06-6245-6567

表 3 コンクリートの配合

配合種別	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							単位容積質量 (kg/m ³)
			W	C	EB	S1	S2	G1	G2	
現場打ち用配合 [軽量2種+ビーズ]	28.7	40.7	175	610	2.226	339	-	573	-	1,699
プレキャスト用配合 [軽量2種{超軽量粗骨材(低含水品)}]	32.8	46.5	155	473	-	-	558	-	385	1,571

※人工軽量骨材の単位量は表乾質量(G2は5分間吸水質量)で示している。

7104「繰返し圧縮応力によるコンクリートの疲労試験方法」によって実施した。試験機には、最大載荷重 2,000kN の油圧サーボ式疲労試験機を用いた。繰返し応力の大きさは、最小応力比を基準強度の 10%で一定とし、最大応力比は現場打ち用配合で 60, 70, 80%, プレキャスト用配合で 65, 70, 80%とした。また、繰返し速度は 5Hz とし、繰返し応力の波形は正弦波とした。

4 試験結果および考察

図 1 に圧縮疲労試験結果 (S-N 曲線) を示す。図 1 にはコンクリート標準示方書 [設計編] の軽量コンクリートの疲労強度算定式 (式 1) より求めた曲線 (ただし、 $k_{lf}=0.85$, $f_{ck}=45.4\text{N/mm}^2$, $\gamma_c=1.0$ とした) も併せて示した。なお、式 1 における f_{ck} には、超軽量コンクリートの基準強度試験結果のうち大きい値となったプレキャスト用配合の試験結果を採用した。また、表 4 にそれぞれの S-N 曲線式および 200 万回疲労強度を示す。

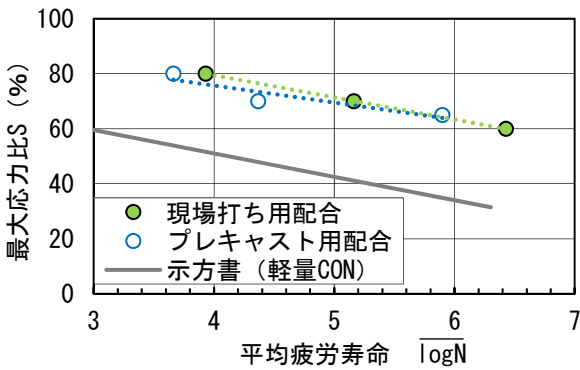


図 1 圧縮疲労試験結果 (S-N 曲線図)

$$f_{rd} = k_{lf} f_d (1 - \sigma_p / f_d) \left(1 - \frac{\log N}{K} \right) \quad \text{(式 1)}$$

ここに、 f_{rd} ：設計疲労強度、 N ：疲労寿命、 σ_p ：永続作用による応力度、 f_d ：コンクリートの設計強度 ($=45.4\text{N/mm}^2$ で $f_{ck}=45.4\text{N/mm}^2$, $\gamma_c=1.0$ とした)、 K ：軽量コンクリートの場合 10、 k_{lf} ：圧縮および曲げ圧縮の場合 0.85 である。

図 1 および表 4 に示すとおり、超軽量コンクリートの平均疲労寿命は式 1 よりも十分大きく、200 万回疲労強度で比較すると 2 倍程度 (現場打ち用配合：61.0%, プレキャスト用配合：61.5%, 標準示方書：31.4%) という結果になった。また、200 万回疲労強度は、軽量コンクリートの圧縮疲労試験結果例³⁾の 50~60%と同程度以上という結果であった。

本試験においては、軽量 1 種コンクリートの試験を実施していないが、平均疲労寿命が式 1 に比べ十分大きいことと、既往の報告における軽量コンクリートの平均疲労寿命と同程度以上であることから、超軽量コンクリートの疲労耐久性は、サンドイッチ型複合床版の充填コンクリートとして多数採用されている軽量 1 種コンクリートと同程度以上であると考えられる。したがって、疲労耐久性の観点からも、超軽量コンクリートは取替用サンドイッチ型複合床版の充填コンクリートとして適用可能であると考えられる。

5 おわりに

超軽量コンクリートの圧縮疲労特性を試験によって確認した結果、疲労耐久性の観点からも取替用サンドイッチ型複合床版の充填コンクリートに適用可能であると考えられる。

参考文献

1) 宇都本 他：EPS ビーズを混入した超軽量高流動コンクリートの開発，土木学会第 72 回年次学術講演会，V-615. 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート便覧 [第二版]，pp.462-463，1996.2.