

低含水状態の軽量骨材を使用したコンクリートの引張軟化特性

IHI インフラ建設 正会員 ○小林 崇
 IHI インフラ建設 正会員 中村 定明
 日本メサライト工業 正会員 石川 寛範

1. はじめに

床版取替工事で求められる鋼主桁や下部工に作用する応力の軽減や補強の簡素化, 耐震性の向上を目的とする取替用床版の軽量化に対して, 軽量コンクリート 2 種を用いたプレキャスト PC 床版の開発を行っている. 一般的に床版本体やプレキャスト床版同士を接合する継手の性能は, 静的な曲げ, 押抜き載荷試験や輪荷重走行疲労試験により評価される. 松井らはこれらの試験をもとに RC 床版や PC 床版の押抜きせん断耐力や疲労耐久性の評価式を提案しており¹⁾, コンクリート系床版の疲労耐久性の解析的評価手法の開発も進められている²⁾. 東山らは, 軽量 RC 床版の押抜きせん断耐力の算定では軽量骨材の使用による低減が必要であるとして, 単位面積当たりの巨視的ひび割れを形成するのに必要なエネルギーであり, 骨材の破壊特性やコンクリート強度の影響を受けるとされるコンクリートの破壊エネルギーをもとに求められる特性長さをを用いた低減係数を提案している³⁾. 今回, 軽量コンクリート 2 種を用いたプレキャスト PC 床版の耐力評価手法の検討にあたり, 軽量コンクリート 2 種の破壊エネルギーおよび引張軟化特性を確認した.

2. 試験条件

(1) コンクリートの種類と性能目標

コンクリートの種類は, 粗骨材に低含水状態の軽量骨材を用いる軽量コンクリート 1 種 (以下, 軽量 1 種) と, 細骨材にも低含水状態の軽量骨材と普通骨材を併用する軽量コンクリート 2 種 (以下, 軽量 2 種) および比較のため, 普通骨材を用いる普通コンクリート (以下, 普通コン) の特性を確認した. 各コンクリートは圧縮強度を同等とし, 工場で製造される設計基準強度 50N/mm^2 のプレキャスト PC 床版への使用を想定して, 蒸気養生 1 日で 35N/mm^2 以上, 材齢 28 日で 57N/mm^2 程度となるよう配合を設計した. コンクリートの使用材料を表-1 に, 配合を表-2 に示す.

(2) 破壊エネルギー試験

破壊エネルギー, 図-1 に示す JCI-S-001 「切欠きはりを用いたコンクリートの破壊エネルギー試験方法」により支点間隔 300mm の 3 点曲げ載荷試験を行った.

3. 試験結果

(1) 破壊エネルギーの推定

表-3 に破壊エネルギー試験の結果を, 図-2 に圧縮強

表-1 コンクリートの使用材料

種別	記号	種類	物性値等
セメント	C	早強ボルトランドセメント	密度 3.14g/cm^3
細骨材	S	石灰砕砂	表乾密度 2.67g/cm^3
	SL	膨張頁岩系人工軽量骨材 (低含水品)	絶乾密度 1.67g/cm^3 含水率 0.3%
粗骨材	G	石灰砕石	表乾密度 2.69g/cm^3
	GL	膨張頁岩系人工軽量骨材 (低含水品)	絶乾密度 1.25g/cm^3 含水率 0.2%
水	W	水道水	
混和剤	SP	高性能減水剤	ポリカルボン酸エーテル系
	AE	AE 剤	変性アルキルカルボン酸化合物系

表-2 コンクリートの配合

コンクリート種類	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m^3)					
				W	C	S	SL	G	GL
普通コン	40.0	44.0	4.5	145	363	816	—	1046	—
軽量 1 種	31.0	41.0	5.0	140	452	726	—	—	514
軽量 2 種	32.0	41.0	5.0	150	469	71	402	—	494

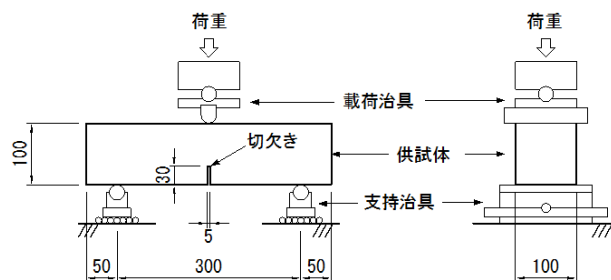


図-1 コンクリートの破壊エネルギー試験

キーワード 軽量コンクリート, 軽量骨材, 低含水状態, 破壊エネルギー, 引張軟化
 連絡先 〒135-0016 東京都江東区東陽 7-1-1 イーストネットビル TEL03-3699-2809

表-3 試験結果

コンクリート種類	単位重量(g/cm ³)	圧縮強度(N/mm ²)	静弾性係数(kN/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	破壊エネルギー(N/mm ²)
普通コン	2.44	62.3	41.0	3.37	0.128
軽量1種	1.86	55.4	24.2	2.29	0.0673
軽量2種	1.62	65.8	19.7	2.51	0.0546

度の特性値と破壊エネルギーの関係を示す．ここで，表-3に示すコンクリートの圧縮強度は JIS A1108，静弾性係数は JIS A1149，引張強度は JIS A1113 による割裂引張強度試験の結果である．圧縮強度の特性値に対する破壊エネルギーは，図中に示すコンクリート標準示方書式による推定値に対して普通コンが 119%であったのに対して軽量1種 65%，軽量2種は 50%であり，破壊エネルギーは，粗骨材だけでなく細骨材の強度の影響も受けることが確認された．

(2) 引張軟化曲線の推定

JIS-S-001 付属書（参考）「コンクリートの引張軟化曲線の推定方法」により推定した引張軟化曲線を表-4に示す．ここで，引張軟化曲線は，ひび割れ方程式，ヤング係数，初期結合応力，引張軟化曲線および任意の引張軟化曲線を用いて変位と荷重の関係を求める多直線近似法（FEM FT 法）により試験データを用いた逆解析で導き，順解析により解析値と試験データの整合性を確認した．仮想ひび割れ幅と結合応力の関係を図-3に示す．普通コン，軽量1種，軽量2種とも引張軟化曲線の解析値はコンクリート標準示方書に示される引張軟化曲線モデル，および順解析により得られる荷重-変位の関係と試験値の平均荷重-ひび割れ肩口開口変位の関係は概ね一致することが確認された．

4. まとめ

軽量コンクリート2種を用いたプレキャスト PC 床版の耐力評価手法の検討にあたり，軽量コンクリート2種の破壊エネルギーおよび引張軟化特性を確認した．今後，本結果をもとに床版の耐力評価式に用いる低減係数や解析手法について検討を行う予定である．

参考文献

- 1) 松井 繁之編著：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007.8.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所他：道路橋床版の疲労耐久性に関する研究，国土技術政策総合研究所資料共同研究報告書，国総研資料第 472 号，2008.8.
- 3) 東山浩士・水越睦視・青木真材・松井繁之：破壊特性を考慮した軽量コンクリート RC 床版の押抜きせん断耐力評価手法，コンクリート工学論文集，第 17 巻第 2 号，2006.5.

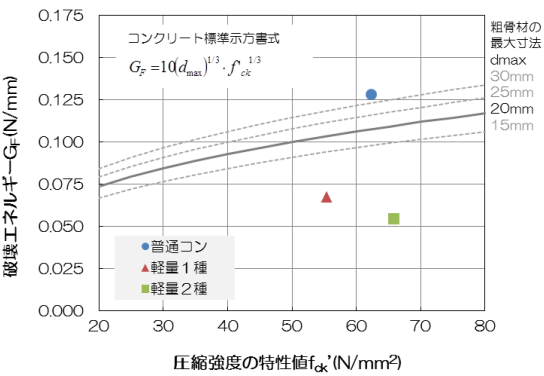


図-2 圧縮強度の特性値と破壊エネルギーの関係

表-4 引張軟化曲線の推定

コンクリート種類	ヤング係数の推定値(kN/mm ²)	初期結合応力(N/mm ²)
普通コン	42.508	3.8
軽量1種	25.279	2.0
軽量2種	21.649	1.8

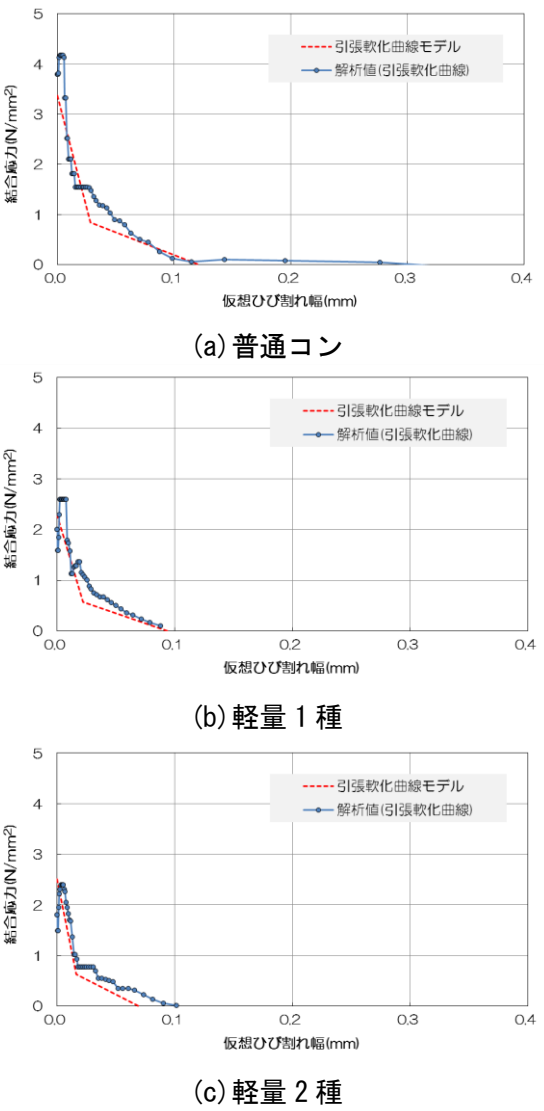


図-3 仮想ひび割れ幅と結合応力の関係