

軽量 FA コンクリートを用いたプレキャスト PC 床版の高耐久化に関する基礎的研究

高知高専 学生会員 ○山本大貴 高知高専 正会員 横井克則
高知高専 正会員 近藤拓也 IHI インフラ建設 正会員 小林崇

1. はじめに

道路橋床版は自動車の繰返し作用による疲労や、積雪寒冷地における凍結防止剤の散布による塩害、凍結融解作用の繰返しによる劣化などが懸念されている。また、我が国において高度経済成長期に建設された構造物の老朽化が進行しており、損傷した床版の長寿命化が課題となっている。損傷が激しい鋼橋の RC 床版では、維持管理性やライフサイクルコスト面より取替が望ましいものとして、合理的な床版形式であるプレキャスト PC 床版が採用される^{1) 2)}。そこで、本研究では橋梁において下部工への応力負担の軽減や高強度化、寒冷地での適用を考慮し、高強度軽量コンクリート 1 種・2 種の性状を確認するとともに、高品質フライアッシュ(CfFA : Carbon-free Fly Ash)による材料分離抵抗性、強度発現性及び凍結融解抵抗性について比較・検討する。本研究で使用する人工軽量骨材を含水率 2.0%以下の低含水状態のものとし、凍結作用の抵抗性を確保した。また、本研究では FA として未燃炭素の除去された CfFA を使用することにより FA の使用による空気連行性の低下、これによる凍結融解抵抗性の低下を抑制した。

2. 使用材料及び配合

本研究で使用了材料及び物性値を表 1 に示す。混和剤として、ポリカルボン酸エーテル系の高性能減水剤(SP)及び変性アルキルカルボン酸化合物系の AE 助剤(AE)を使用した。本研究におけるコンクリートの配合表を表 2 に示す。なお、配合名において L は軽量コン

クリート 1 種(軽量 1 種)、LL は軽量コンクリート 2 種(軽量 2 種)、N は普通コンクリート、F はフライアッシュ、文字の隣の数字は水セメント比を示す。また FA は細骨材置換とし、その使用量は結合材に対して 10%とした。

3. 実験方法

コンクリートの練混ぜは、コンクリート強制二軸練りミキサを使用し、セメント、細骨材、FA の順にミキサに入れ、10 秒程度ドライミキシングした後、水、混和剤及び粗骨材を投入した。練混ぜ時間は練混ぜ状況を見ながら 90~180 秒の間で調整した。養生方法は、保水マット等により材齢 7 日まで湿潤養生、材齢 8 日以降は室温 20±2℃、湿度 60%±5%の環境下で気中養生を行った。スランプ値及び空気量を表 2 に示す。硬化コンクリート試験として、圧縮強度試験は JIS A 1108、曲げ強度試験は JIS A 1106、動弾性係数試験は JIS A 1127、凍結融解試験は JIS A 1148(A 法)に準じて行った。

4. 実験結果及び考察

4.1 強度

図 1 に圧縮及び曲げ強度試験の結果を示す。同一 W/C

表 1 使用材料

種別	種類	記号	密度(g/cm ³)
セメント	早強ポルトランドセメント	H	3.14
混和材	高品質フライアッシュ	FA	2.28
細骨材	石灰砕砂	S	2.67
	膨張頁岩系人工軽量細骨材(低含水品)	SL	1.67
粗骨材	石灰砕石	G	2.69
	膨張頁岩系人工軽量粗骨材(低含水品)	GL	1.25

表 2 配合表

配合名	W/C (%)	W/B (%)	FA/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤(kg/m ³)		スランプ (cm)	空気量 (%)		
					水	セメント	フライアッシュ	細骨材		粗骨材		SP			AE	
					W	H	FA	S	SL	G	GL	C × %			C × %	
LL32	32	32	0	41	150	469	0	71	384	—	499	0.73	0.14	9.5	3.9	
LLF32		28.8	10	38.8			52	65	351					10.5	3.7	
LLF29	29	25.8		36.8			523	58	30					340	8.0	4.4
LLF35	35	31.8		40.3			425	47	104					353	10.5	6.5
L35	35	35	0	42.7	150	429	0	759	—	—	494	0.53	0.014	16.0	6.7	
LF35		31.5	10	40.8			48	702	10.5					4.8		
N40	40	40	0	44	145	363	0	819	—	1046	—	0.65	0.004	8.5	3.5	
NF40		36	10	42.5			40	771	—					1047	10.5	4.0

キーワード 軽量コンクリート、フライアッシュ、凍結融解抵抗性、高強度、プレキャスト PC 床版
連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 横井克則研究室 TEL088-864-550

においてFAを用いることで、圧縮強度はFA無混入に比べて同等以上となっている。この傾向は材齢3日での圧縮強度についても同様の結果が確認でき、FAが初期強度の発現に寄与したことが分かる。これは、FAが微細な粒子であることからフィラー効果が顕著に発現したためと考えられる。さらにFAを細骨材置換として使用したことで結合材量が増加したことも要因として挙げられる。また、軽量1種、軽量2種ともに普通コンクリートと同様の強度発現が得られた。

曲げ強度も圧縮強度と同様にFAを用いることで、FA無混入に比べて同等以上となっている。また、軽量骨材を使用したコンクリートは普通コンクリートに比べて曲げ強度が低下している。これは軽量骨材自体の強度が弱く、骨材が割裂することで圧縮強度に対する曲げ強度の強度比が小さくなるためである。

4.2 動弾性係数

図2に圧縮強度試験前に測定した動弾性係数試験の結果を示す。一般に普通コンクリートに比べて、軽量コンクリートの弾性係数は低くなるとされている⁹⁾。本研究で使用した軽量コンクリートの動弾性係数は、普通コンクリートに比べて約50%程度となった。また、軽量2種では軽量1種に比べて動弾性係数がやや低くなった。これは人工軽量骨材が大量の微細孔を有し、骨材の弾性係数が低いため、コンクリートの弾性係数が小さくなったと考えられる。

4.3 凍結融解抵抗性

図3及び図4に相対動弾性係数及び質量減少率の結果を示す。軽量1種・2種、普通コンクリート及びそれらにFAを使用した全ての配合において、相対動弾性係数は低下することなく±3%の範囲に、質量減少率は±1%の範囲に収まり、凍結融解抵抗性は十分確保できたといえる。これはCfFAの効果により空気量確保及び人工軽量骨材を低含水状態で使用することで凍結作用の影響を緩和したためと考えられる。

5. まとめ

- (1)FAを混入することで、同等以上の圧縮・曲げ強度が得られた。またFAを使用することで初期強度発現性に寄与する。
- (2)軽量コンクリートの動弾性係数は、普通コンクリートに比べて顕著に低下する。
- (3)低含水状態の人工軽量骨材とCfFAを併用することで十分な凍結融解抵抗性を有する。

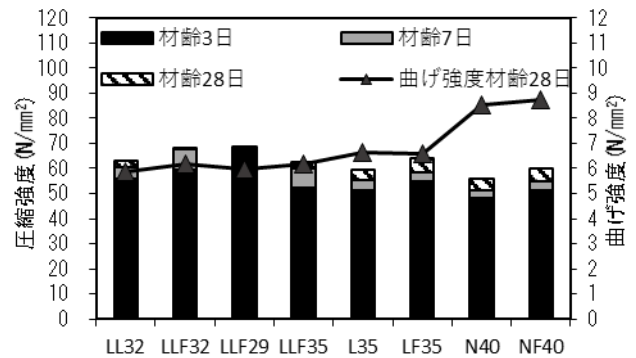


図1 圧縮・曲げ強度

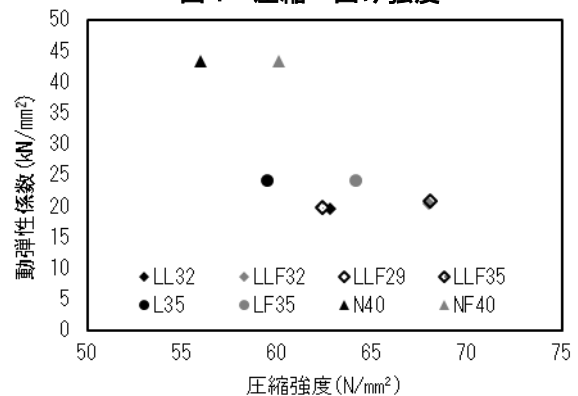


図2 動弾性係数

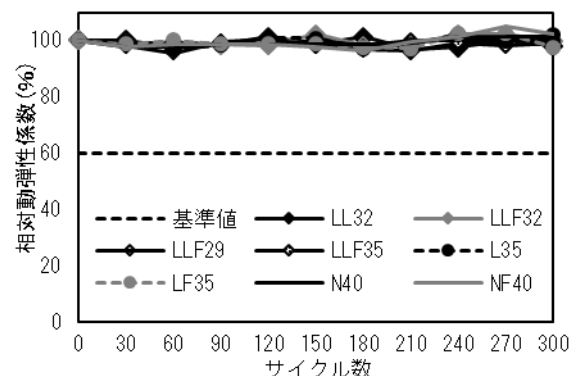


図3 相対動弾性係数

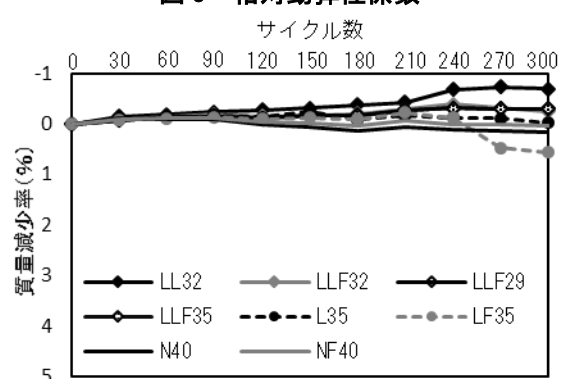


図4 質量減少率

参考文献

- 1) 水越睦視他：軽量骨材コンクリートの高性能化に関する研究，コンクリート工学論文集，Vol.21，No.2，pp.57-67，2010
- 2) 高強度軽量コンクリート2種を使用したプレキャストPC床版技術研究委員会：スーパーHSLスラブ技術評価報告書，2017