

人工軽量骨材コンクリートの高強度化に関する基礎的研究

高松工業高等専門学校専攻科 学生会員○ 梅本 忠彦
 高松工業高等専門学校 正会員 水越 睦視
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠
 高松工業高等専門学校 松原 三郎

1. はじめに

近年、良質な天然骨材の入手が枯渇や環境問題の観点から困難になり、人工骨材が見直されている。また、コンクリート構造物の高層化により、軽量かつ高強度なコンクリートが求められている。しかし、軽量骨材は普通骨材と比べ、骨材自身の強度が小さいためコンクリートに使用した場合、高強度化に限界があり、特に引張性能や剛性に劣る。

そこで、本研究では鋼繊維により軽量骨材コンクリートを補強することを考え、繊維混入の有無および軽量骨材の使用割合が高強度化に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究で使用した材料を表-1 に、コンクリートの示方配合を表-2 に示す。人工軽量骨材は膨張頁岩系非造粒型を粗骨材にのみ用いた。配合条件は W/C=40,45% では目標スランプ 18±2cm、W/C=30,35% の場合、スランプフローの評価となるが、65±5cm を目標値とし、繊維を混入したものに関してはボックス型充てん装置を用いた間隔通過試験における充てん高さが 300mm 以上、V 型漏斗流下時間が 10 秒～20 秒の条件を優先した。空気量の目標値はすべての配合で 4.5±1.5% である。また、人工軽量骨材の骨材修正係数は 1.5% とし

て空気量を求めた。

2.2 実験要因と手順

実験は、第 1 段階として軽量粗骨材 100%、繊維無混入の配合において水セメント比を 30～45% の間で 4 水準実施し、圧縮強度発現性を検討した。次に第 1 段階の結果を基に、粗骨材中の軽量骨材の割合を変化させ、圧縮強度を確認した。最終段階として、良好な圧縮強度が期待できる水セメント比に対して、鋼繊維をコンクリート体積の 1% 混入し、フレッシュ時および硬化後の各種試験を行った。

2.3 試験項目および方法

フレッシュ性状試験として、スランプフロー、空気量および JSCE-F511-2007 による間隙通過試験、JSCE-F512-2007 による V 型漏斗流下試験を行った。

硬化性状試験では圧縮強度試験、割裂引張強度試験を行い、鋼繊維を混入した配合では JSCE-G552-2007 による曲げタフネス試験を実施した。

表-1 使用材料および物理的特性

	物理的特性
セメント	普通ポルトランドセメント 密度 3.15g/cm ³
砕砂	表乾密度 2.54 g/cm ³ FM 3.08
海砂	表乾密度 2.56 g/cm ³ FM 1.90
人工軽量骨材	表乾密度 1.64 g/cm ³ FM 6.16 吸水率 32.8% 最大寸法 15mm
砕石	表乾密度 2.60g/cm ³ FM 6.98 最大寸法 20mm
鋼繊維	密度 7.85g/cm ³ 直径 0.62mm 長さ 30mm
混和剤	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤

表-2 コンクリートの示方配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	軽量骨材置換率 (%)	繊維混入率 (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤		C×S
					W	C	S	LWA	G	SF	SP-H	SP-S	
30L100	30	48	100	0	170	567	744	513	—	—	1.0	—	
35L100	35	49	100	0	175	500	786	513	—	—	1.0	—	
40L100	40	43	100	0	175	438	709	594	—	—	—	1.0	
45L100	45	44	100	0	175	389	743	598	—	—	—	0.9	
30L80	30	47	80	0	175	583	718	411	163	—	1.0	—	
30L60	30	47	60	0	175	583	718	308	326	—	1.0	—	
L100SF1	30	66	100	1.0	175	583	980	328	—	78.5	1.7	—	
L100SF2	30	65	100	1.0	185	617	927	328	—	78.5	1.5	—	
L50SF1	30	65	50	1.0	185	617	927	164	260	78.5	1.4	—	
L50SF2	30	65	50	1.0	185	617	927	164	260	78.5	1.2	—	

注) LWA : 人工軽量粗骨材、SP-H : 高強度形、SP-S : 通常形、S は砕砂と海砂を 7:3 混合

3. 結果および考察

3.1 フレッシュコンクリートの特性

スランプフローおよび充てん高さの関係を図-1 に示す。30L100 と L100SF1、L100SF2 を比較すると繊維を混入する場合、繊維無混入のプレーンと同程度のコンシステンシーと自己充てん性を得るには、単位水量と混和剤量は増加することがわかる。しかし、L100SF1 では材料分離が生じたので、L100SF2 ではセメント量を増加させた配合とした。また、L100SF2、L50SF 1 および L50SF2 を比較すると、混和剤の過剰添加による材料分離の低減を図るために、添加率を 1.2 から 1.5%まで変化させたが、コンシステンシーはほとんど変化しなかった。

3.2 硬化コンクリートの力学的特性

3.2.1 水セメント比による影響

セメント水比と圧縮強度の関係を図-2 に示す。軽量骨材コンクリートの圧縮強度は C/W に比例して大きくなっているが、普通コンクリート¹⁾に比べ、C/W 増加に伴う増加割合は小さい。これは軽量骨材の強度と弾性係数が小さいので、マトリクスの強度が大きくなっても、骨材自身が先に破壊するためと考えられる。

3.2.2 軽量骨材の置換率による影響

粗骨材の一部を普通骨材に置換した場合の圧縮強度特性を図-3 に示す。軽量骨材の置換率を下げると、強度が増加する傾向が見られた。しかし、軽量骨材の置換率が 80%では強度増加は認められなかった。以上より、軽量骨材の置換率を下げると強度は向上するが、コンクリートの単位容積質量が大きくなる。

3.2.3 鋼繊維混入による影響

鋼繊維混入時の各種強度試験の結果を表-3 に示す。なお、L100SF の値は L100SF1 と L100SF2 の平均値を記した。比較用の 30L100、35L100 に比べ、鋼繊維を混入した配合はすべての力学特性が向上している。特に曲げタフネスの向上は顕著である。また、軽量コンクリートの欠点である弾性係数も鋼繊維混入により改善されているが、普通骨材置換の方が効果は大きいといえる。

4. まとめ

本実験で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 軽量コンクリートでは、水セメント比を小さくしても強度は C/W に比例して向上するが、普通骨材コンクリートほどの強度増加は期待できない。
- (2) 軽量コンクリートの高強度化において鋼繊維補強は有用である。

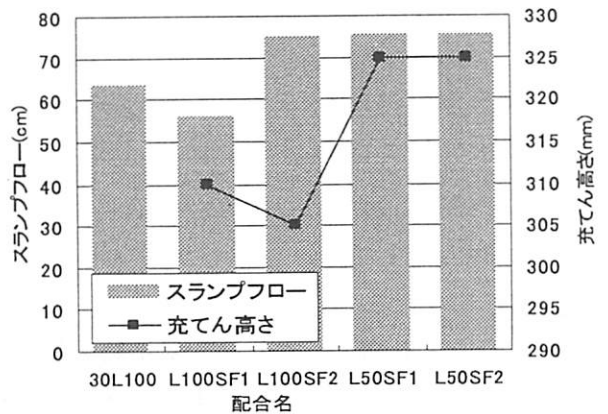


図-1 スランプフローと充てん高さの関係

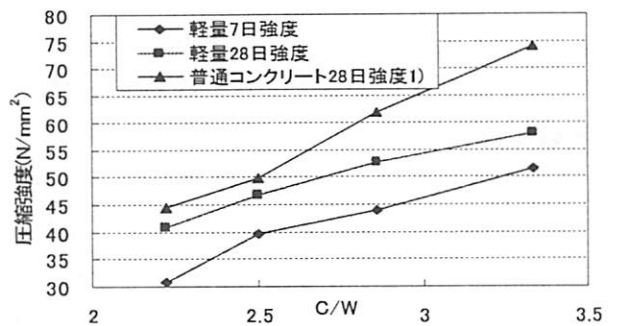


図-2 C/W と圧縮強度の関係

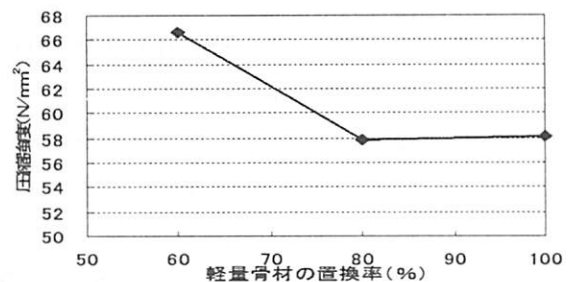


図-3 軽量骨材の置換率と圧縮強度の関係

表-3 繊維混入時の力学的性能

配合名	35L100	30L100	L100SF	L50SF
圧縮強度(N/mm ²)	52.5	58.0	64.4	70.0
弾性係数(kN/mm ²)	20.8	—	28.5	33.3
引張強度(N/mm ²)	3.14	3.75	4.55	4.44
曲げ強度(N/mm ²)	7.43	—	8.61	8.79
曲げタフネス(J)	0.07	—	41.4	41.5

(3) 材料分離の低減など施工面の改善、強度と単位容積質量のバランスが、軽量骨材コンクリートの高強度化において重要となる。

謝辞：本研究の一部は平成 19 年度長岡技術科学大学学長裁量経費(C)の助成を受けて行ったものである。

参考文献

- 1)人工軽量骨材協会：人工軽量骨材コンクリート技術資料 No.5,p.5,1990.