

# 単位体積質量が 1.3t/m<sup>3</sup> 以下の軽量コンクリートの特性

技術本部	技術研究所	桜田道博
技術本部	技術研究所	川畑智亮
技術本部	技術研究所	鈴木雅博
技術本部	技術研究所	中瀬博一

## 1. はじめに

近年、プレストレストコンクリート橋(以降、PC 橋)に対する要求は多様化しており桁高の低減、少数主桁化およびコストの低減等が求められている。通常の PC 橋では橋面工の荷重が問題となることはほとんどないが桁高を低減したり、コスト低減のために主桁本数を減らす場合は歩道のマウンドアップ部や高さ調整コンクリート等の荷重が無視できなくなる場合がある。そこで、これら無筋部分の橋面工を軽量化するため単位体積質量が 1.3t/m<sup>3</sup> 以下で設計基準強度が 18N/mm<sup>2</sup> 以上の軽量コンクリートを開発することとした。所要の強度、単位体積質量、凍結融解抵抗性および施工性を有する軽量コンクリートを開発するため室内試験練り、各種強度試験、凍結融解試験、実機試験および施工性試験を実施した。

## 2. 試験方法

### 2.1 室内試験練り

軽量コンクリートの目標性状は表-1 に示すとおりとした。今回開発する軽量コンクリートは無筋コンクリートへの適用を考えているため設計基準強度は道路橋示方書に準拠し、18N/mm<sup>2</sup> とした。単位体積質量は既往の研究より実現可能性を考慮し、1.3t/m<sup>3</sup> とした。スランブは予察の試験練りより、充てん性および材料分離抵抗性を目視で判断し、15cm とした。空気量は各使用材料の密度を考慮し、コンクリートの単位体積質量が 1.3t/m<sup>3</sup> 以下を満足するよう 15% と定めた。これらの目標性状を満足するコンクリートの配合を決定するため、室内試験練りでは表-2 に示す試験を実施した。軽量コンクリートの使用材料および配合をそれぞれ、表-3 および表-4 に示す。コンクリートの単位体積質量を小さくするため細骨材、粗骨材はともに気乾状態の軽量骨材を使用した。

### 2.2 凍結融解試験

凍結融解試験は JIS A1148(B 法: 気中凍結水中融解)に準拠して行った。コンクリートの配合は表-4 に示す W/C 37% の配合とし、試験は材齢 28 日から開始した。

### 2.3 実機試験および施工性試験

実機ミキサで製造した軽量コンクリートが所要の性能を満足するかを確認するため実機試験を行った。試験項目は室内試験練りと同様、表-2 のとおりとし、①フレッシュ性状の経時変化(練上り直後、40 分後、60 分後、80 分後)、②圧縮強度(材齢 7 日、28 日)および③硬化コンクリートの単位体積質量を確認した。

また、実機ミキサで製造した軽量コンクリートの施工性を

表-1 目標性状

設計基準強度	18N/mm <sup>2</sup>
単位体積質量	1.3t/m <sup>3</sup> 以下
スランブ	15±2.5cm
空気量	15±1.5%

表-2 試験項目

試験項目	試験方法	備考
スランブ	JIS A1101	
空気量(重量法)	JIS A1116	
単位体積質量	JIS A1116	
圧縮強度(φ10×20cm)	JIS A1108	標準養生: σ7, σ28
引張強度(φ10×20cm)	JIS A1113	標準養生: σ7, σ28

表-3 使用材料

材料	記号	仕様
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度 3.16g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	人工軽量骨材 M 級、絶乾密度 1.53g/cm <sup>3</sup> 、吸水率 8.0%(24H)、含水率(入荷時)0.5%、粗粒率 3.76
粗骨材	G	人工軽量骨材 L 級(中国産)、絶乾密度 0.91g/cm <sup>3</sup> 、吸水率 1.41%、含水率(出荷時)1.15%、実積率 63%、G <sub>max</sub> 15mm
短繊維	VF	ビニロン繊維、密度 1.3g/cm <sup>3</sup> 、長さ 12mm、径 0.1mm
混和剤	SP	高機能型 AE 減水剤
	AE	起泡剤

表-4 配合

配合 No.	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					単位体積質量 (t/m <sup>3</sup> )
				W	C	S	G*	VF	
1	37	15	30.5	165	446	254	348	2	1.213
2	34	15	28.9	165	485	236	348	2	1.234
3	40	15	31.8	165	413	269	348	2	1.195

\*単位粗骨材かさ容積 600L/m<sup>3</sup>



写真-1 施工性試験状況

確認するため写真-1 のとおり版状の供試体を製作し、①充てん性、②材料分離抵抗性および③仕上げ性を確認した。

### 3. 試験結果および考察

#### 3.1 室内試験練り

室内試験練りにおけるコンクリートのフレッシュ性状を表-5に示す。すべての配合に関してコンクリートのフレッシュ性状は表-2の目標性状をおおむね満足し、単位体積質量は1.3t/m<sup>3</sup>以下となった。セメント水比と圧縮強度との関係を図-1に示す。ここで、設計基準強度 18N/mm<sup>2</sup>を満足するための配合強度 21.9N/mm<sup>2</sup>は変動係数を安全側に10%とし、JIS A5308に準拠して求めた。図-1よりセメント水比が2.7(W/C 37%)におけるコンクリートの圧縮強度は材齢7日で配合強度を上回っており W/C を37%とすることで設計基準強度 18N/mm<sup>2</sup>を満足することが確認された。硬化コンクリートの単位体積質量を図-2に示す。硬化コンクリートの単位体積質量はフレッシュ時の単位体積質量とほぼ対応しており硬化コンクリートの単位体積質量も目標値 1.3t/m<sup>3</sup>以下を満足した。

#### 3.2 凍結融解試験

凍結融解試験における供試体の相対動弾性係数は300サイクルに至るまで100以上であり、ほとんど低下しなかった。また、写真-2に示すとおり、試験終了後の供試体にポップアウトやひび割れ等の損傷は認められないことから、今回開発した軽量コンクリートは凍結融解に対して高い耐久性を有していると判断される。

#### 3.3 実機試験および施工性試験

実機試験におけるコンクリートのフレッシュ性状を表-6に示す。プラントから現場までの平均的な運搬時間を考慮し、練上りから40分後に所定のフレッシュ性状となるよう練上り直後のスランブおよび空気量を調整した。スランブに関しては40分で2cm程度のスランブロスが認められたが、練上り直後を18cmとすることで40分後から80分後までのスランブは目標値 15±2.5cmを満足した。一方、空気量に関しては経時変化が80分で1%程度であり、練上り直後を15%とすることで80分後まで目標値 15±1.5%を満足した。単位体積質量に関しても80分後まで目標値の1.3t/m<sup>3</sup>以下を満足した。

施工性試験ではコンクリートのスランブが14cm~16cmの軽量コンクリートを打設したが充てん性、材料分離抵抗性および仕上げ性に問題はなく、スランブが15cm程度であれば施工性は良好であることが確認された。また、写真-3のとおり、施工性試験供試体から採取したコアに骨材の浮上りは認められず、材料分離抵抗性も問題がないことが確認された。

以上の結果より、設計基準強度 18N/mm<sup>2</sup>で単位体積質量 1.3t/m<sup>3</sup>以下の軽量コンクリートは製造可能であり、所要の施工性、強度および凍結融解抵抗性を有することが確認された。

表-6 フレッシュ性状(実機試験)

配合 No.	W/C (%)	SP 添加量 (C×%)	AE* 添加量	経過時間 (分)	スランブ (cm)	Air (%)	単位体積質量 (t/m <sup>3</sup> )	コンクリート温度 (°C)
1	37	1.0	4.0A	0	18.0	14.7	1.217	27.0
				40	16.0	14.6	1.219	27.0
				60	14.5	14.7	1.217	27.0
				80	14.0	13.8	1.230	27.0

\*1A=C×0.01%(気泡剤原液)

表-5 フレッシュ性状(室内試験練り)\*

配合 No.	W/C (%)	SP 添加量 (C×%)	AE** 添加量	スランブ (cm)	Air (%)	単位体積質量 (t/m <sup>3</sup> )	コンクリート温度 (°C)
1	37	0.8	6.0A	17.0	13.8	1.230	24.2
2	34	1.2	9.0A	16.5	13.6	1.254	24.3
3	40	0.5	5.5A	17.5	16.7	1.171	21.5

注) \*練上りから40分後の値, \*\*1A=C×0.01%(気泡剤原液)

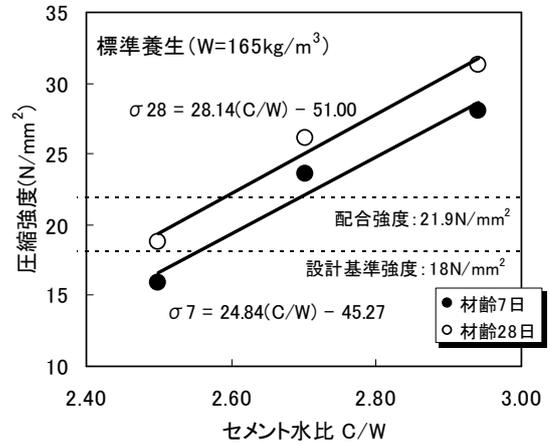


図-1 セメント水比と圧縮強度との関係

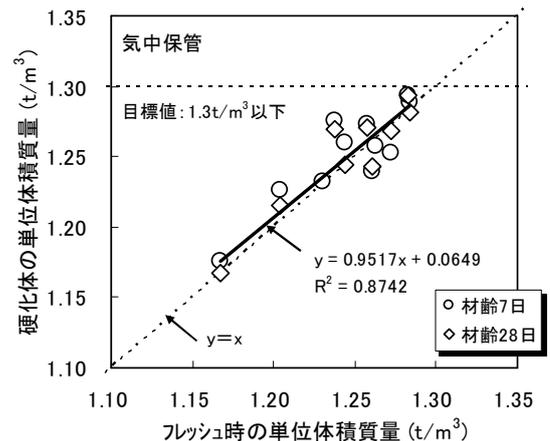


図-2 硬化コンクリートの単位体積質量



写真-2 凍結融解試験



写真-3 採取したコア

Key Words : 軽量コンクリート, 単位体積質量, 凍結融解, 人工軽量骨材, 充てん性, 材料分離抵抗性



桜田道博 川畑智亮 鈴木雅博 中瀬博一