

吹付けコンクリートの初期強度試験方法に関する基礎的実験

飛島建設技術研究所 正会員 ○平間 昭信

熊谷組土木本部 正会員 岡田 喬

太平洋セメント中央研究所 正会員 大森 啓至

大林組土木技術本部 正会員 保岡 哲治

東京大学生産技術研究所 フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

吹付けコンクリートの初期強度試験方法として、土木学会コンクリート標準示方書〔規準編〕には、「引抜き方法による吹付けコンクリートの初期強度試験方法」(以下、プルアウト試験)と「はりによる吹付けコンクリートの初期圧縮強度試験方法」(以下、はり試験)が示されている。トンネル現場での品質管理には、簡便さなどの点からプルアウト試験が主に用いられている。しかし、プルアウト試験は、引抜き強度(せん断強度)より圧縮強度を推定する試験方法であるため、繊維補強吹付けコンクリートでは適切な評価が行われない可能性があるが、十分な検討が行われていないのが実状である。

本報告は、鋼繊維混入率を実験要因とした室内実験および実規模の吹付け実験を行い、プルアウト試験とはり試験の測定結果について比較検討したものである。また、室内実験においては、圧縮強度の指標である円柱供試体による一軸圧縮強度試験結果との比較も実施した。

2. 実験概要

実規模の吹付け実験における吹付け方式は湿式吹付け方式で行った。

2.1 配合および使用材料

表-1に室内実験および吹付け実験で実施した配合を示し、表-2には使用材料を示す。ただし、室内実験については、W/C=44.4%の配合のみ実施した。

表-1 配合表

スランブ (cm)	空 気 量 (%)	水 結 合 比 (%)	繊維混入率 (vol %)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
					セメント	水	細骨材	粗骨材
12	2	55.6	0.0	60.0	360	200	1,040	710
			0.5	62.5	369	205	1,061	654
			1.0	65.0	378	210	1,082	598
			1.5	67.5	387	215	1,100	545
21	2	44.4	0.0	58.2	450	200	965	710
			0.5	61.2	450	200	1,004	657
			1.0	63.8	462	205	1,024	598
			1.5	70.0	518	230	1,037	459

注1)目標スランブを得るために、高性能減水剤により適宜調整を行った。

2.2 試験項目および試験方法

室内実験および吹付け実験における試験項目および試験方法を表-3に示す。

表-2 使用材料

材 料	名 称	密度(g/cm ³)	諸 元 , 主 成 分
セメント	普通ポルトランドセメント	3.15	比表面積 3,320cm ² /g
細 骨 材	千葉県君津市産山砂	2.62	吸水率 1.64%, 粗粒率 2.62
粗 骨 材	東京都八王子産6号碎石	2.69	吸水率 0.97%, 粗粒率 5.88
混 和 剤	高性能減水剤	1.05	主成分 ポリグリコールエステル誘導体
繊 維	鋼繊維(両端ダブルフック付き)	7.85	長さ30mm, 径0.6mm
急 結 剤	セメント鉱物系粉体急結剤	2.57	主成分 カルシウムアルミネート系

3. 実験結果

3.1 円柱供試体による圧縮強度との関係

室内実験における円柱供試体による圧縮強度とプルアウト試験、はり試験で得られた圧縮強度の関係を図-1に示す。

図に示すように、円柱供試体による圧縮強度とプルアウト試験、はり試験による圧縮強度の関係には、鋼繊維混入率の

表-3 試験項目および試験方法

試 験 項 目	試 験 方 法
吹付けコンクリートの初期強度試験 (プルアウト試験)	土木学会規準「引抜き方法による吹付けコンクリートの初期強度試験方法」(JSCE-G 561-1999)に準拠。 養生方法 : 20 湿潤養生(吹付け実験の材齢3時間のみ、現場湿潤養生) 試験材齢 : 材齢3, 6, 24時間(室内実験では、適宜実施)
吹付けコンクリートの初期強度試験 (はり試験)	土木学会規準「はりによる吹付けコンクリートの初期圧縮強度試験方法」(JSCE-G 562-1999)に準拠。 養生方法 : 20 湿潤養生(吹付け実験の材齢3時間のみ、現場湿潤養生) 試験材齢 : 材齢3, 6, 24時間(室内実験では、適宜実施)
圧縮強度試験 (室内実験のみ実施)	JIS A 1108「コンクリートの圧縮試験方法」に準拠。 供試体寸法 : φ10×20cm 養生方法 : 20 湿潤養生 試験材齢 : 適宜実施

キーワード：吹付けコンクリート，初期強度，圧縮強度，試験方法，N A T M

連絡先：〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬5472 (TEL) 0471-98-7559 (FAX) 0471-98-7586

影響は見られず、1本の近似線で表すことができる。いずれの初期強度試験方法による圧縮強度も、円柱供試体による圧縮強度より大きくなる傾向を示したが、その差は圧縮強度が大きくなるほど小さくなる。円柱供試体による圧縮強度を1とした場合、プルアウト試験に対しては 5N/mm^2 で 1.38、 20N/mm^2 で 1.05、一方、はり試験に対しては 5N/mm^2 で 1.52、 20N/mm^2 で 1.14 であった。円柱供試体と立方体の供試体形状を比較した報告では⁽¹⁾、その比が 1.16（材齢 28 日）と 20N/mm^2 における強度比とほぼ同等であったことから、はり試験の圧縮強度は供試体形状・寸法の違いによるものと考えられる。

3.2 初期強度試験方法の比較

図-2には、室内実験および吹付け実験におけるプルアウト試験とはり試験による圧縮強度の関係を示す。図に示すように、両者の圧縮強度の関係には、室内実験および吹付け実験とも鋼繊維混入率の影響は見受けられない。従って、今回の実験の範囲では、繊維補強吹付けコンクリートにおいても土木学会規準に示されている初期強度試験方法の適用は問題ないと言える。プルアウト試験とはり試験による圧縮強度の関係では、室内実験と吹付け実験では異なる傾向を示し、室内実験でははり試験による圧縮強度が大きく、吹付け実験では反対にプルアウト試験の方が大きい結果である。プルアウト試験による圧縮強度を1とした場合、 15N/mm^2 において室内実験では 1.10 であったのに対し、吹付け実験では 0.87 であった。この原因として、はり供試体の作製方法などの影響が考えられるが、測定値のバラツキなどの検討と併せて、更に検討を進める予定である。

4. まとめ

- 1) 室内実験において、初期強度試験方法による圧縮強度は円柱供試体による圧縮強度より大きい結果であった。
- 2) 室内実験および吹付け実験において、いずれの初期強度試験方法とも、圧縮強度の結果には鋼繊維混入率の影響は認められない。

【参考文献】

(1) コンクリート技術の要点 2000, (財)日本コンクリート工学協会, pp56-57

【謝辞】

本研究は東京大学生産技術研究所と民間企業 17 社との共同研究「高品質吹付けコンクリートの開発」の成果であり、関係各位の方々に多大な協力を得ました。末尾ながら、記して感謝の意を表します。

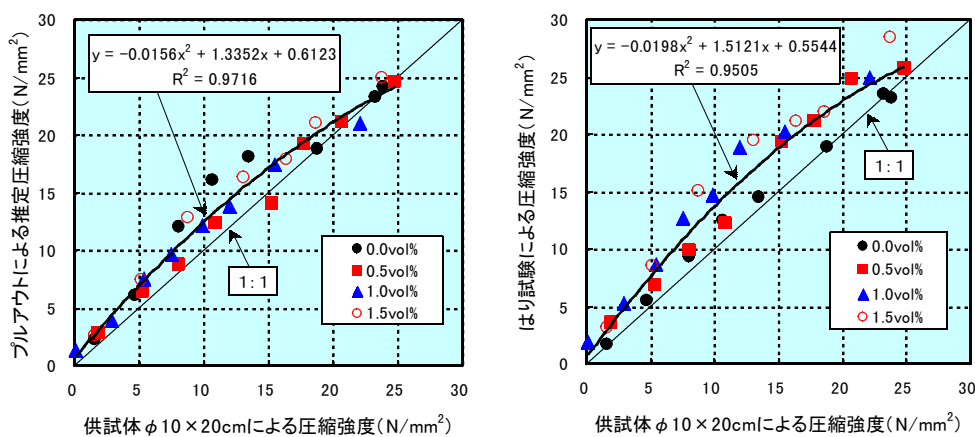


図-1 円柱供試体による圧縮強度と初期強度試験方法による圧縮強度の関係

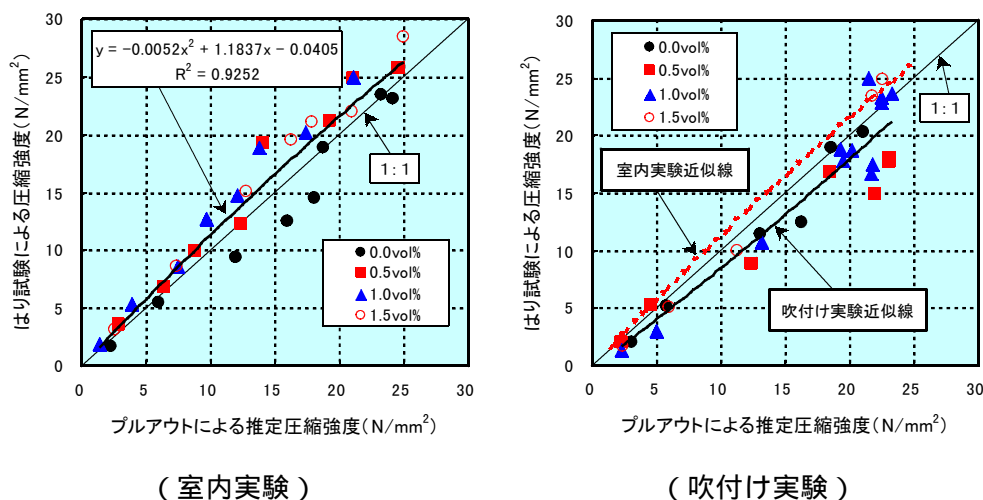


図-2 プルアウト試験とはり試験による圧縮強度の関係