

ネパール製セメントを用いたセメント硬化体の収縮性状

宮崎大学 工学部 (学) 村上 地洋
 宮崎大学大学院 農学工学総合研究科 松浪 康行
 宮崎大学 工学教育研究部 (正) 李 春鶴

はじめに

私たちが住む地球では多くの自然災害が発生している。しかし、近年では貧富の差が激しいためアジアの公共構造物の整備が進んでいない貧困地域では建物の倒壊などの被害がより集中している⁰。特にネパールでは、2015年に中西部で発生した大地震による被害が大きかった。海外においてインフラ整備を進める際には、現地で入手可能な材料を使用することがより良いとされている。そこで、材料を使用するにあたってはその特性を理解することが非常に重要である。特に、セメント硬化体の収縮特性はコンクリートやモルタルの品質理解に必要な判断材料となっている。

本研究は、ネパールにおける災害復興工事や今後のネパールでのインフラ整備を行うことを踏まえ、ネパール製セメントを用いたセメント硬化体の収縮特性について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントはネパール製セメント(N セメント)を使用し、比較用に日本製普通ポルトランドセメント(J セメント)を使用した。表-1 に各セメントの物性値および化学組成を示す。表より、N セメントは J セメントと比較して強熱減量が高く、MgO の量が多い。表-2 に各セメントを使用して作製したモルタルの配合を示す。なお、細骨材には石灰石砕砂($\rho_s=2.68\text{g/cm}^3$)を使用した。また、モルタル供試体の呼び名を、製造国(N:ネパール, J:日本)と水セメント比を組み合わせで示す。表-3 には、モルタルの空気量、フロー値の計測値を示す。

2.2 実験方法

本研究では、供試体の圧縮強度試験、長さ変化試験を行った。

圧縮強度試験は、 $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を用いて JIS A 1108 に準拠して行った。材齢 1 日の脱型後の水中養生期間を 7, 14, 28, 56 日とし、各配合 4~5 体ずつ試験を行った。

表-2 モルタル配合表

供試体名	W/C (%)	各成分 (kg/m ³)		
		W	C	S
N40 (or J40)	40	279	698	1340
N50 (or J40)	50	306	612	1340
N60 (or J40)	60	327	546	1340

表-3 使用材料表

供試体名	J40	J50	J60	N40	N50	N60
空気量 (%)	2.3	1.1	0.6	1.35	0.6	0.4
フロー値(cm)	22.1	25.2	27.7	22.3	26.9	33.1

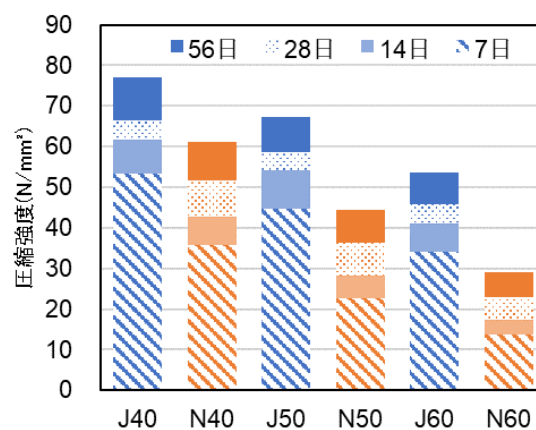


図-1 圧縮強度の比較

長さ変化試験は、 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ の角柱供試体を用いて JIS A 1123 に準拠して行った。材齢 1 日で脱型し、以下の二つの暴露を行った。乾燥収縮を測るために脱型後、供試体の半分は 28 日間水中養生を行った後に温度が 20°C 、相対湿度が 60% の室内環境で暴露した。残りの半分は自己収縮を測るために、脱型後アルミテープで封緘してから温度が 20°C 、相対湿度が 60% の室内環境で暴露した。各試験につき供試体は 2~3 体ずつ用いた。

3. 実験結果・考察

図-1 に圧縮強度試験結果を示す。図に示すようにいずれのセメントにおいて W/C が増加するにつれて圧縮強度は低下している。また、同じ W/C においては J モ

表-1 セメントの物性値・化学組成表

	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	強熱減量 (%)	化学成分 (%)											
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cl
N	3.14	3,020	3.03	23.1	4.70	3.60	57.10	5.92	1.72	0.10	0.56	0.38	0.04	0.03	—
J	3.16	3,490	2.08	20.4	5.48	3.16	64.30	1.36	2.11	0.25	0.43	—	—	—	0.014

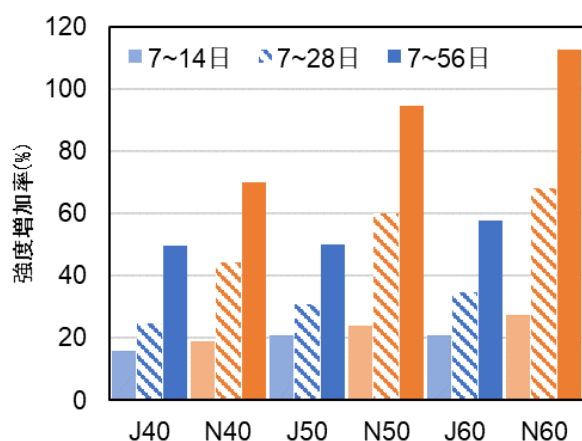


図-2 圧縮強度増加率の比較

ルタルよりも N モルタルの方が圧縮強度は小さい。

図-2 に圧縮強度増加率を示す。各材齢における強度の増加率は、N モルタルの方が大きいかつ材齢が進むにつれて増加率はさらに大きくなっていると確認できる。これは、N セメントが産業廃棄物・副産物¹⁾を含んでいることで、潜在水硬性やポゾラン反応が起こると推測される。

図-3 には自己収縮率を示す。W/C が小さくなるにつれて自己収縮率は大きくなる傾向である。また、N モルタルは J モルタルに比べて自己収縮率は小さくなった。これは水と反応し膨張する MgO の量が多く含まれていると考えられる。

図-4 には乾燥収縮率を示す。W/C が大きくなるにつれて乾燥収縮率は大きくなる傾向である。また、N モルタルは J モルタルに比べて乾燥収縮率は大きくなった。これはセメントの質の差や産業廃棄物が含まれていることやモルタル内の細孔構造により、モルタル内の水分の逸散のしやすさに差があるからだと推測される。

図-5 には質量変化率と乾燥収縮率の関係を示す。図中のマーカーは材齢を表す。N モルタルは J モルタルに比べて材齢の進行と W/C の増加につれての質量変化率と乾燥収縮率が大きくなった。また、図に示すように乾燥収縮率と質量変化率の関係の傾きはいずれのセメントにおいて W/C が大きくなるにつれて緩やかとなり、N セメントと J セメントの比較においては N セメントの方が緩やかとなった。これは、セメントの質に差があり混合物などが含まれていることからモルタル内の細孔構造が J セメントに比べ N セメントの方が粗の構造と推測される。

4. まとめ

N セメントは J セメントと比べ自己収縮は小さく、乾燥収縮は大きい。また、初期強度が低く、材齢が進むにつれて強度増加率が大きくなることから産業廃棄物・副産物が含まれて可能性が高いと推測される。

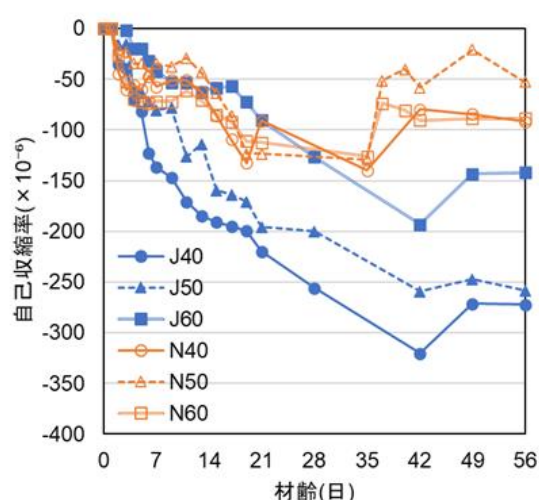


図-3 自己収縮率の比較

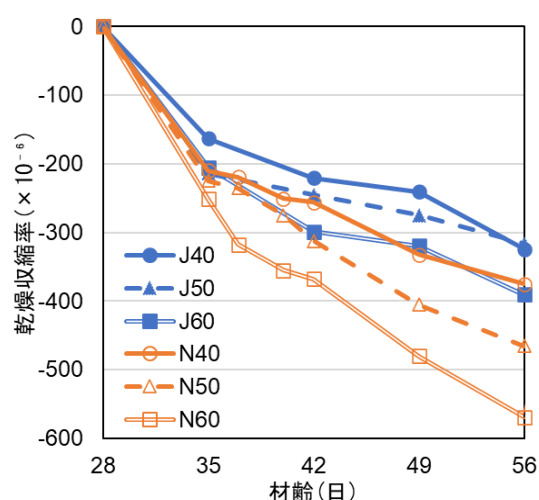


図-4 乾燥収縮率の比較

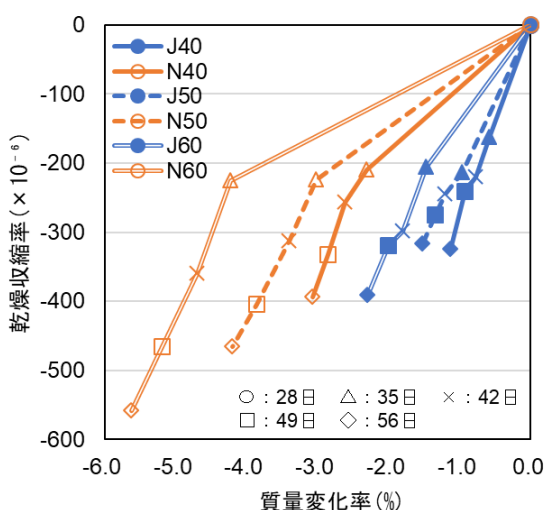


図-5 乾燥収縮率と質量変化率の関係

参考文献：

- 1) CRED : Natural disasters 2018, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2019.
- 2) 依田侑也, 寺本篤史, 黒田泰弘, 新大軌 : コンダクションコロリメーターを使用した海外セメントの品質評価方法, セメント・コンクリート論文集, Vol.67, pp.116-122, 2014.