

モンゴル国産セメントの品質について

Property of cement made in Mongolian

苫小牧工業高等専門学校 ○学生員 手代木健吾 (Kengo Teshirogi)
 苫小牧工業高等専門学校 正 員 渡辺暁央 (Akio Watanabe)
 苫小牧工業高等専門学校 正 員 土門寛幸 (Hiroyuki Doman)

1. はじめに

現在、苫小牧高専はモンゴル高専の設立に協力しており、授業や実験方法の教授をしている。その中にはコンクリートの品質試験なども含まれており、日本で使用している配合や構造物の設計をそのまま適用してもよいかの検討を行う必要がある。

2015年のモンゴル国でのセメント生産量は国内産が3割、輸入セメントが7割と、輸入セメントの生産量が多い。しかし、2016年では国内産が約8割、輸入セメントが約2割とモンゴル国産のセメント生産量が増加している。その背景として2016年からモンゴル国産セメントの工場が稼働し始めたことがある。

昨年の研究は、モンゴルで使用される中国から輸入されたセメントの品質について検討した¹⁾。本研究では、中国産輸入セメントに加えてモンゴル国産のセメントの成分や強度を得ることで、モンゴル国産セメントの品質に問題がないかを検討することが目的である。

本実験では、Mak（マック）セメント、Mon（モン）セメント、Хөтөл（フトウル）セメントの3つの国産セメントと中国から輸入されているセメント（チャイナ）、比較対象として本校で使用している普通ポルトランドセメント（基準）を用いる。

2. 実験概要

2.1 強度試験

JIS R 5201 に準拠した曲げ試験、圧縮試験を行った。配合を表-1 に示す。

表-1 配合表

W/C (%)	水 (g)	セメント (g)	細骨材 (g)
50	225	450	1350

2.2 強熱減量

JIS R 5202 に準拠した強熱減量を行った。

2.3 密度試験

JIS R 5201 に準拠した密度試験を行った。

2.4 粉末 X 線回折

セメントをすり鉢で細かくし、X 線回折を実施した。

2.5 電子顕微鏡を用いた反射電子像

強度試験によって破壊された供試体を約 1cm²にカットし、樹脂で固め、反射電子像観察用の試料を作る。試料は反射電子像検出器を備えた走査型電子顕微鏡を使用して内部組織観察を行い、画像を取得した。

3. 実験結果および考察

3.1 曲げ試験

試験結果を図-1 に示す。モンゴルで使用されているセメントを用いた供試体の強度が、基準である普通ポルトランドセメントに比べて低いことが分かる。その中でも、チャイナセメントは特に強度が低いことが分かる。

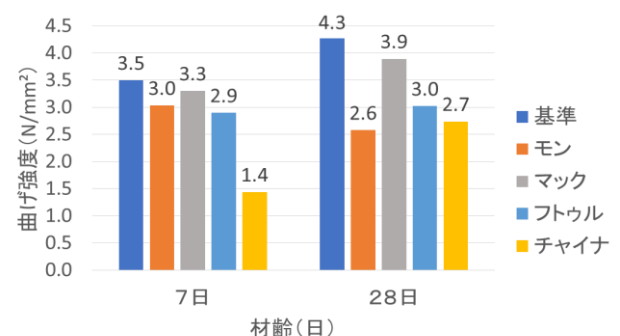


図-1 曲げ試験結果

3.2 圧縮試験

試験結果を図-2 に示す。曲げ試験と同様に、モンゴルセメントを用いた供試体の結果の値が基準である普通ポルトランドセメントに比べて低いことが分かる。また、チャイナセメントは特に強度が低いことが分かる。

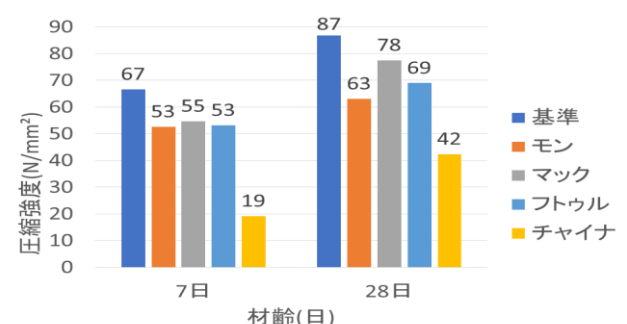


図-2 圧縮試験結果

3.3 強熱減量

試験結果を表-2 に示す。強熱減量が大きくなった原因として、セメントの保管状況が悪かったことが考えられる。モンゴルでは生産されたセメントは袋詰めされて列車で輸送され、市場の屋外で保管・販売される。そのため、強熱減量が多いセメントは風化が進行している可能性が高い。

表-2 強熱減量結果

	モン	マック	フツウル	チャイナ
強熱減量	2.06	4.73	2.40	4.63

3.4 密度試験

試験結果を表-3 に示す。チャイナセメントは、密度が 3 g/cm^3 より小さく、混和材が混入していることが予測される。

表-3 密度試験結果

	モン	マック	フツウル	チャイナ
密度 (g/cm^3)	3.12	3.10	3.12	2.79

3.5 粉末 X 線回折

結果を図-3 に示す。チャイナセメントだけ他のセメントと比べてピークが違うことが分かる。21° と 26° に明瞭なピークが確認できる。これは石英のピークであると判断できる。すなわちセメント増加材として、石英を主成分とする材料や、鉱物として石英を含む材料が混入されている可能性があるかと推察される。

また、チャイナセメントはバックグランドが他のセメントより高い値となっており、非晶質成分があることを示している。

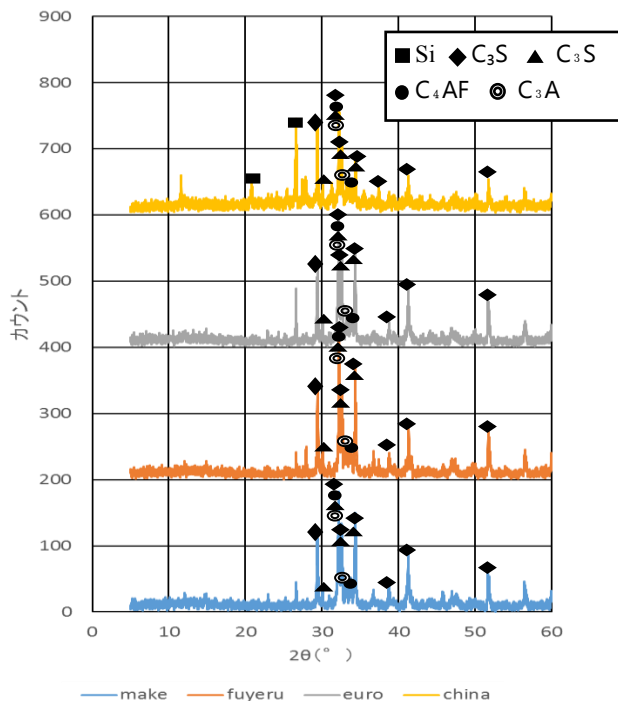


図-3 粉末 X 線回折

3.6 電子顕微鏡による反射電子像

チャイナセメントとマックセメントの画像を写真-1、写真-2 に示す。

画像より、チャイナセメントは、丸い粒子のフライアッシュが多量に観察された。すなわち、セメントの増量

材としてフライアッシュが使用されており、強度試験の数値が著しく低かった理由として、これが原因であると考えられる。一方、モンゴル国産セメントは、基準セメントとほぼ同じであり、日本の普通ポルトランドセメントと同様の内部組織となっている。

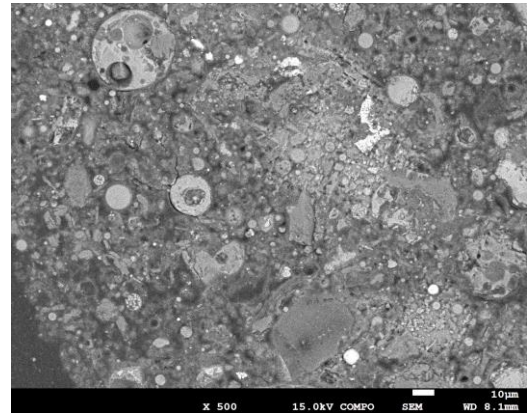


写真-1 チャイナセメント 28 日

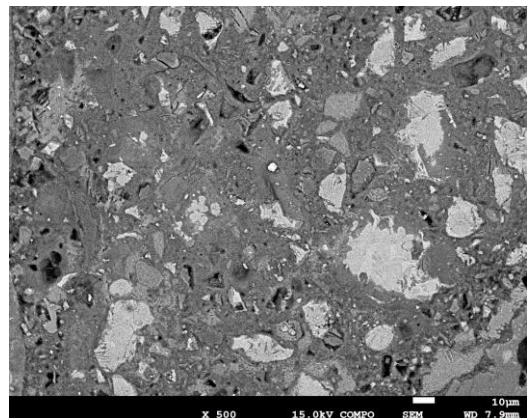


写真-2 マックセメント 28 日

4. まとめ

本研究で得られた主な結果を以下に示す。

- (1) モンゴル国産セメントの強度は、普通ポルトランドセメントと比べて若干低い。チャイナセメントは普通ポルトランドセメントの半分ほどしか強度がなかった。
- (2) 粉末 X 線回折の結果よりチャイナセメントは、石英や非晶質混和材成分が入っていることが分かった。
- (3) チャイナセメントについて反射電子像観察を実施したところ、フライアッシュが観察された。

参考文献

- (1) 土門寛幸, 渡辺暁央, 栗山昌樹, ムンフオチルセルゲレン: モンゴルで使用されている輸入セメントに関する力学的特徴, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.75-80, 2018