

モンゴルのセメントで作製したモルタルの水和反応過程について

On the hydration reaction process of mortar made by cement used Mongolia

苫小牧工業高等専門学校 ○学生員 伊藤一斗 (Kazuto Itou)
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 Domon)

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、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。

2012 年のモンゴル国でのセメントの総消費量は 1,750,000 t であったが、そのうち国内での生産量は 560,000 t であり、残りは輸入品である。¹⁾

現在は公式では約 70%が輸入(中国)であるとされている。

輸入セメントは、中国／モンゴル国境に二連市の粉砕工場で粉砕され、モンゴルの鉄道の貨車で首都ウランバートルに輸送される。このセメントは麻袋に入れられ、屋根はあるが壁のないセメントターミナルに保管され、その後市場にて野晒しの状態で平積みされる。

日本国内ではビニールの入ったクラフト紙を使用しており、保管の仕方ほとんどは定められたルールを守っている。

本研究ではモンゴルで使用されているセメントの成分やコンクリートを作製した際の強度を得ることを目的とし、比較対象として、本校の実験で使用するセメント（以下、本校セメント）、ホームセンターで購入したセメント（以下、市販セメント）を用いる。なお、セメントの種類は普通ポルトランドセメントである。

2. 実験概要

使用材料および実験方法を以下に示す。

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)モルタルの粉末 X 線回折

材齢 28 日のモルタルを粉砕して、エタノールで水和を停止して乾燥後、X 線回折を実施した。

3)反射電子像の観察

材齢 28 日の本校セメントとモンゴルセメントのモルタル供試体を厚さ 5mm、幅 10mm の正方形供試体に切り出しプロパノール浸漬をして水和反応を

停止させた。その後、エポキシ樹脂を含浸させ鏡面研磨したものを、反射電子像観測試料とした。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

各実験および考察を以下に示す。

3.1 曲げ試験

質量を表-2、結果を図-1 に示す。

図より、モンゴルセメントを用いた供試体の結果の値が他の供試体と比べてかなり低いことがわかる。

また、図より本校・モンゴル・市販の三種とも傾きが同程度であることがわかる

表-2 質量(g)

	7 日	28 日
本校	589.5	598.8
市販	590.4	582.6
モンゴル	587.9	586.3

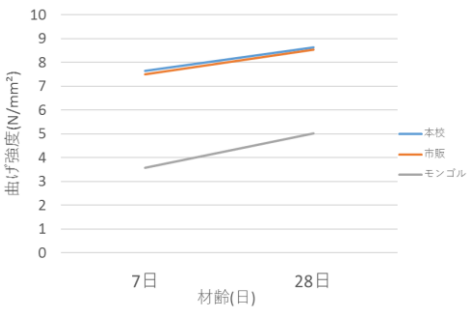


図-1 曲げ試験結果

3.2 圧縮試験結果

試験結果を以下の図-2 に示す。

曲げ試験と同様に、結果はほかの供試体と比べると明らかに低い数値が出ていることがわかる。

また、図より曲げ試験と同様に本校・市販・モンゴルの三種の傾きが同程度であることがわかる。

各データを規格と比較する。材齢 7 日の強度は 22.5N/mm² 以上、28 日の強度は 42.5N/mm² 以上が規格値とされている。モンゴルセメントを用いた強度は 7 日で 16.41N/mm²、28 日で 25.20N/mm² であり、日本の規

格値を大きく下回っている。

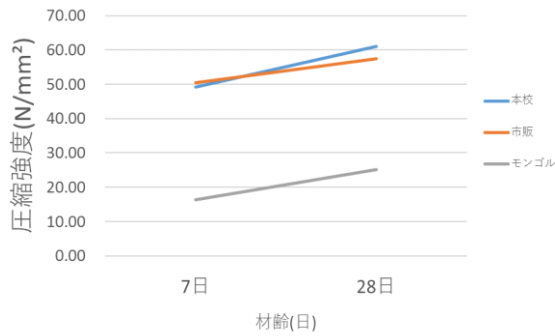


図-2 圧縮試験結果

3.3 粉末X線回折

結果を以下の図-3 に示す。

図より、三種のピークがほぼ一致していることがわかる。X線回折からは、セメントの違いによる変化をとらえることができなかった。

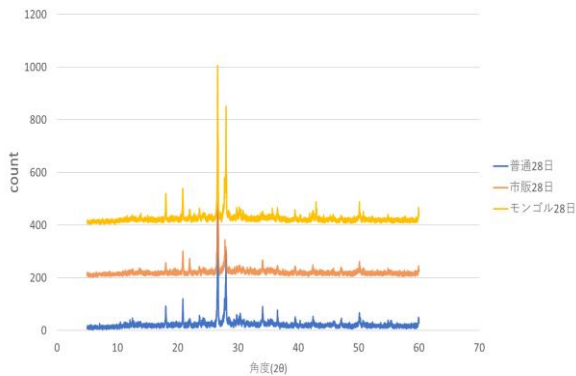


図-3 粉末X線回折

3.4 反射電子像

本校セメントとモンゴルセメントの画像を写真-1、写真-2 に示す。

画像より、モンゴルセメントは、普通ポルトランドセメントとして販売されていたが、丸い粒子のフライアッシュが多重に観察された。すなわち、セメントの増量剤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。

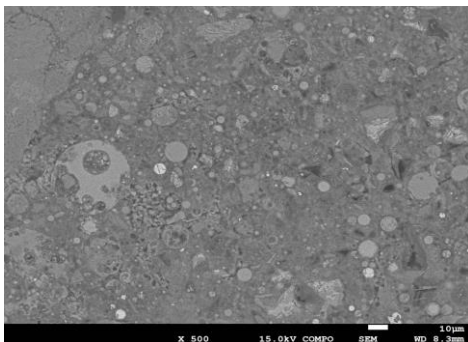


写真-1 モンゴル 28 日

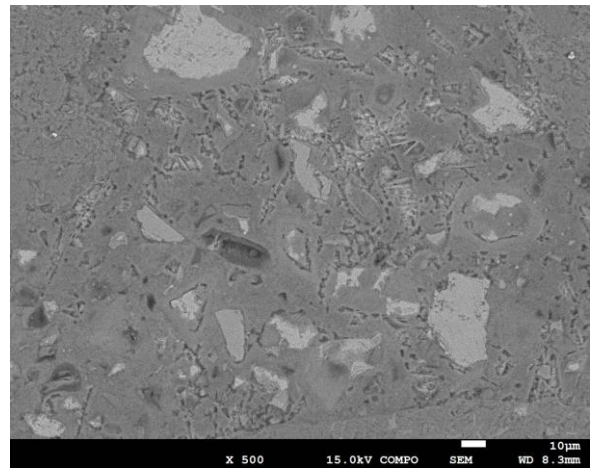


写真-2 本校 28 日

4. まとめ

以上の結果をまとめると以下の通りになる。

- 1) 曲げ試験、圧縮試験の結果は、どちらについてもモンゴルセメントを用いた供試体はほかの供試体と比べて、かなり低いデータとなったが、本校セメント、市販セメントと傾きは同程度となった。
- 2) 粉末 X 線回折の結果よりモンゴルセメントは、本校・市販セメントと大きな違いはわからなかった。
- 3) 画像解析では本校セメントとの違いとして、モンゴルセメントにはフライアッシュが約 20%程度含まれていることがわかった。

これらのことから、日本で使用されているセメントとモンゴルセメントでは成分、強度が異なり、構造物を日本と同じ同基準で設計・作製することは安全とは言えず、フライアッシュセメントとして扱うべきであるということがわかった。また、構造部材で使用する場合は、品質が保証できるセメントを調達することが必要と考えられる。

参考文献

- 1) GEC JCM 実現可能性調査
http://ww2.gec.jp/Activities/fs_newmex/2013/2013fs09-rep.pdf
- 2) 丸山健太：コルゲートチューブの長さ変化試験に基づく若材齢セメントペーストの内部組織に関する研究，土木学会北海道支部 論文報告集 第 71 号 E-14, 2014
- 3) 菅原大誉：モンゴルで使用されているセメントの品質についての研究，土木学会北海道支部 論文報告集 第 73 号 E-21, 2016