

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

Research on the quality of cement used in Mongolia

苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 ○学生員 菅原大誉 (Hiroataka Sugawara)
 苫小牧工業高等専門学校 創造工学科 都市・環境系 正会員 廣川一巳 (Kazumi Hirokawa)
 苫小牧工業高等専門学校 創造工学科 都市・環境系 正会員 渡辺暁央 (Akio Watanabe)
 苫小牧工業高等専門学校 創造工学科 都市・環境系 正会員 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、授業や実験方法の教授を行っている。その中にはコンクリートの品質試験等も含まれており、日本で使用している配合や構造物の設計などをそのまま適用して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/モンゴル国境の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る輸入セメント(以下、モンゴルセメント)の成分やコンクリートを作製した際の強度データ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。

2.実験概要

使用材料および実験方法を以下に示す。

1)成分分析

粉末X線回折、蛍光X線分析、強熱減量の分析を行った。使用したセメントの粒径は全て75 μ m以下とし、細骨材は浜厚真産細骨材(密度:2.74g/cm³、吸水率:1.81%)である。

2)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

3.実験結果および考察

各実験の結果および考察を以下に示す。

3.1 粉末X線回折

結果を以下の図-1に示す。

モンゴルセメントのみ20°と26°にピークが見られ、これは石英であると思われる。この石英はセメント成分に含まれるSiO₂とは別にセメント中に石英の結晶として存在しているものになる。

また、図より本校セメントと市販セメントのピークがほぼ一致していることがわかる。

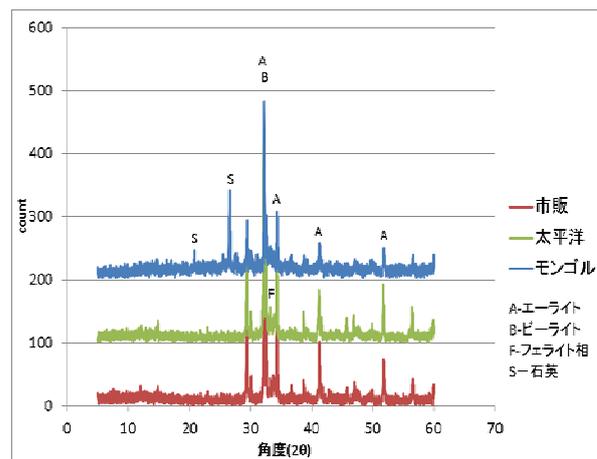


図-1 粉末X線回折結果

3.2 蛍光X線分析

分析結果を以下の表-2に示す。

主成分は全て共通のものが現れたが、本校セメント、市販セメントと比較するとモンゴルセメントには成分量に大きな差がある。モンゴルセメントはSiの量が多く、Caの量が少ない。Siについては粉末X線回折結果で判明した石英の存在が関係していることが考えられる。Caについては、少ないことにより強度が他のものより低くなることが想定される。

また、本校セメントのみ副成分の酸化マグネシウムが含まれていないという結果となった。これは製造メーカーによる違いと思われる。

表-2 蛍光 X 線結果

	成分名	成分量(%)		
		本校	市販	モンゴル
主成分	二酸化ケイ素 SiO ₂	18.5	18.1	33.1
	酸化アルミニウム Al ₂ O ₃	4.6	4.7	9.4
	酸化カルシウム CaO	65.2	67.8	41.4
	酸化鉄 Fe ₂ O ₃	2.9	3.1	6.9
副成分	酸化マグネシウム MgO	0	1.1	2.6
	三酸化硫黄 SO ₃	3.3	3.4	3.4

3.3 強熱減量

強熱減量の結果を以下の表-3に示す。

強熱減量を求める式は

$$(\text{強熱前後の質量差} / \text{強熱後の質量}) \times 100$$

である。

一般的には風化が進んでいるほど強熱減量の値は高くなるかとされているが、最も風化していると考えられるモンゴルセメントが最も低い数値となった。この理由としては、それぞれのセメントに含まれる成分量や種類の違いなどが考えられる。

表-3 強熱減量

セメント種類	強熱減量(%)
モンゴル	0.75
本校	1.01
市販	1.47

3.4 曲げ試験

質量を表-4、結果を図-2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数値が他の供試体と比べかなり低いことがわかる。

理由としては、本校セメントや市販セメントのカルシウム含有率は65%程度であるが、モンゴルセメントには40%程度しか含まれていないことなどが挙げられる。

また、図より本校セメントとモンゴルセメントの傾きが同程度であることがわかる。

表-4 質量(g)

	7日	28日
本校	575.2	580.3
市販	572.0	580.4
モンゴル	576.1	579.3

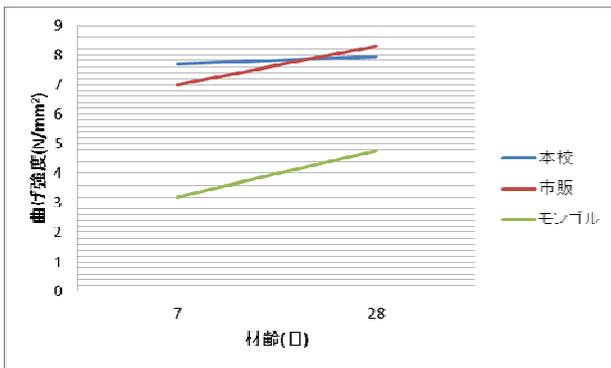


図-2 曲げ試験結果

3.5 圧縮試験

試験結果を以下の図-3に示す。

曲げ試験と同様に、結果は他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セメントとモンゴルセメント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が規格値とされている。モンゴルセメントを用いた供試体の強度は7日で14.3N/mm²、28日で21.2N/mm²であり、規格値を大きく下回っている。

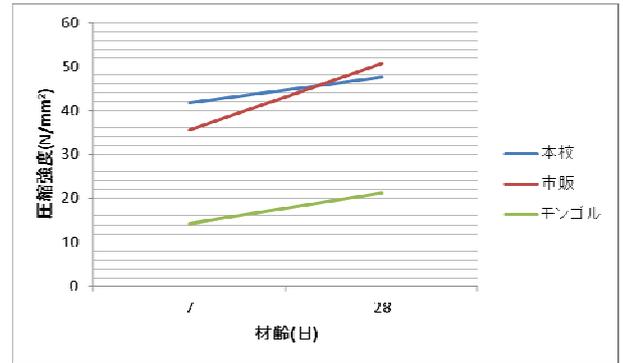


図-3 圧縮試験結果

4.まとめ

以上の結果をまとめると以下の通りになる。

- 1) 回折 X 線分析の結果より、モンゴルセメントには日本で使用されているセメントにはないピークが 20° と 26° に存在しており、これが石英であることがわかった。
- 2) 蛍光 X 線分析の結果より、モンゴルセメントは他のセメントに比べてカルシウムは少なく、ケイ素が多いことがわかった。
- 3) 強熱減量の結果は、風化が最も進んでいると予想していたモンゴルセメントが一番低い数値となった。
- 4) 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他の供試体と比べ、かなり低いデータとなったが、本校セメントと傾きは同程度となった。

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、構造物を日本と同基準で設計・作製することは安全とは言えないということがわかった。

参考文献

- 1) GEC JCM 実現可能性調査
http://ww2.gec.jp/gec/jp/Activities/fs_newmex/2013/2013fs09j-rep.pdf