

モンゴルの建築材料

- コンクリート及びゲル材料 -

日大生産工 湯浅 昇 日大生産工 川岸 梅和
(株)M & A 総合設計 長谷川光弘

1 はじめに

モンゴル・ウランバートルにおいて、コンクリートおよびゲル材料の調査を平成17年8月6日から同13日まで行った。

本報は、前報¹⁾に引き続き、現地調査の結果、日本に持ち帰った試験体で行った試験結果について報告するものである。

2 調査の概要

調査は、鉄筋コンクリート構造物、ゲルについて行い、それぞれ、主にコンクリート、フェルトについて調査、試験を行った。

3 コンクリート

3.1 ヒアリング調査

政府建築材料試験機関でヒアリングを行った。要点は下記の通りである。

(1) 鉄筋コンクリート工事標準仕様書類に関して

日本における鉄筋コンクリート工事標準仕様書・同解ならびに鉄筋コンクリート施工指針・同解説に対応する独自の仕様書はなく、ロシアのスニップを採用している。その内容は、日本のものに比し、大まかな内容となっており、具体的な仕様規定になっていない。

(2) コンクリート材料

セメントは、これまで中国、ロシアからの輸入品で対応してきたが、最近ウランバートル75~100kmの近郊で、セメント工場がロシアの技術を導入して稼働し始めた。価格は、ロシア製：中国製：モンゴル製 = 4.5 : 4.3 : 4.0 であった。

細骨材、粗骨材は、川砂、川砂利で、現在

のところ豊富である。実際に骨材を観察すると、日本では今では見ることのない、良好な丸みを帯びた骨材であった。岩塩を産する国であるが、塩害、アルカリ骨材反応の危険のある骨材は確認されていない。

化学混和剤は、高強度コンクリートを製造する時には使用するが、一般的な構造物では使わない。冬の寒さが厳しい国であるが、凍害対策として、化学混和剤により微細な独立気泡(エントレインドエアー)を導入する考えはないようである。

(3) コンクリートの製造

コンクリートの製造は、写真1に示すように、現場練りが大半を占め、生コンクリート工場によるものは10%程度のものであるが、調査期間中アジテート車を見かける等、生コンクリート工場で製造されたコンクリートの使用している様子を見ることは皆無であった。コンクリートの級として、200、250、300、350kg/cm²の区分がある。

(4) 寒中施工

10月から翌年の5月までの期間に対応する寒中施工は、あまり行われていないようである。雇用の安定、経済の持続性を考えると問題であるかと思う。

また、更にヒアリングを続けると、寒中コンクリートとして、どうやらNaClを入れて早強性を高めていることがわかった。鉄筋の防錆上、極めて重大な問題であり、日本ではあってはならない禁止事項である。また、鉄筋に電流を流し加熱する方法も採用されているようである。

今後、機会があれば、寒中施工について、実際に調査したいと考える。

Building Materials in Mongolia
- Concrete and Felt for Ger -

Noboru YUASA, Umekazu KAWAGISHI and Mitsuhiro HASEGAWA



写真1 現場練り状況



写真2 コンクリートを採取した鉄筋コンクリート造 A の打設状況



写真3 コンクリートを採取した鉄筋コンクリート造 B

(5) 耐震性

モンゴルは、地震が起こる国であるとのことで、ロシアのスニップに準じて、耐震性確保の対策が講じられているとのことであった。それを裏付けるように、市中の建設現場を実際に調査してみても、柱の帯筋間隔は、日本の新耐震設計法同様、10cm程度であった。

3.2 圧縮強度

一般的な建て方をしているモンゴル人主導による2階もしくは3階の鉄筋コンクリート造A(写真2:店舗及び住宅)と、出稼ぎ中国人主導による7階建て程度の鉄筋コンクリート造B(写真3:集合住宅)の建設現場から現場で練り混ぜたコンクリートをいただき、それぞれ、日本から持ち込んだ使い捨て型枠(10×20cm)に打ち込んだ。なお、スランブは目視での判断であるが18cm程度であった。

これを日本に持ち帰り、材齢28日(20封緘養生)において、1本の10×20cmから3本の33×60mmコア供試体を作製し、圧縮強度試験を行った²⁾。その結果、圧縮強度は、その3本の平均で、鉄筋コンクリート造A、鉄筋コンクリート造Bともに19.9MPaであった。この強度域は、今日の日本では、実際には多くはない小さい強度といえる。また、これは、モンゴルのコンクリート強度は高い方ではないとしたJICAの駐在員へのヒアリングを裏付けるものである。

3.3 細孔構造

圧縮強度後の小径コアから細孔構造用の試料を作製し、水銀圧入によって細孔構造を測定した。図1は、細孔径分布を示したものである。表1は、得られた細孔構造の指標である。この結果を文献3)に基づき、検討した結果、表1に併記したように、推定水セメント比は、鉄筋コンクリート造Aで73%、鉄筋コンクリート造Bで83%、推定強度は、鉄筋コンクリート造Aで21.0MPa、鉄筋コンクリート造Bで19.0MPaであり、実際の強度を裏付けた。

3.4 凍結融解抵抗性

鉄筋コンクリートBにおいて、圧縮強度試験体用コンクリートの採取時に、同時に10

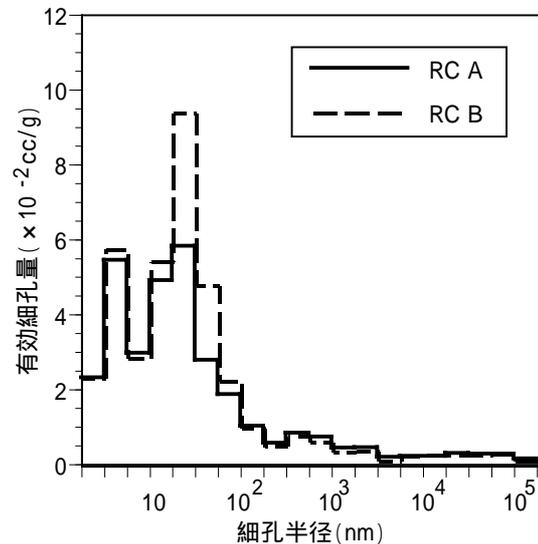


図1 コンクリートの細孔径分布

表1 コンクリートの細孔径分布

建物	試料名	総有効細孔量 (cc/g)	中央値 (半径) ()	結合水率 (%)	加圧過程の空隙量 (cc/g)	減圧過程の空隙量 (cc/g)	戻り比	推定圧縮強度 (MPa)	推定水セメント比 (%)	小径コアによる圧縮強度 (MPa)
RC A	A1	0.32	205	14.5	0.1112	0.0547	0.4919	20.9	73.0	19.9
	A2	0.31	207		0.1099	0.0547	0.4977	21.0		
RC B	B1	0.38	247	17.9	0.1441	0.0724	0.5024	19.3	79.5	19.9
	B2	0.39	250		0.1483	0.0748	0.5044	18.7		

×20cmのコンクリート供試体を作製した。その後、日本に持ち帰り、材齢28日(20封緘養生)において凍結融解試験をB法(気中凍結・水中融解)によって行った。その結果、図2に示すように、凍結床試験初期から動弾性係数が著しく低下し、8サイクル程度で60%を割り、40サイクルまでに測定不能となった。極めて凍結融解抵抗性が小さかった。

しかしながら、これに見合うような凍害が市内では観測されていないという事実がある。これについては、冬季の降水量が極めて少ないこと。気温が低すぎて、融解することが少ないことなどが考えられる。

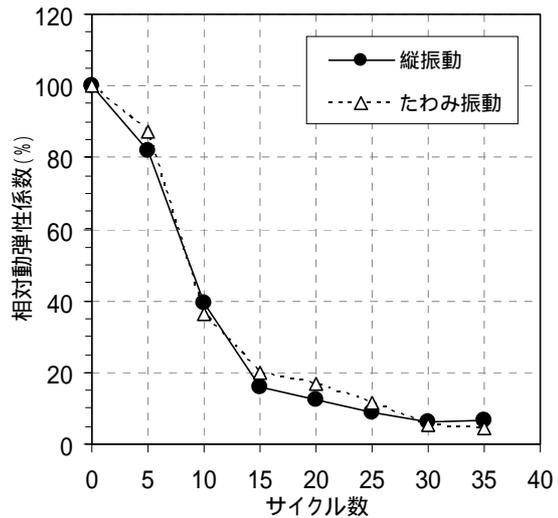


図2 凍結融解抵抗性(B法)

4 ゲル材料

4.1 ゲル内温度分布

平成17年8月10日、ウランバートル近郊テレルジにおいて、写真4のツーリストゲルに宿泊し、夜間のゲル内温度及び外気温をT熱電対により測定した。写真5は、ゲルの構成を示したものであり、内側から内幕、ハナ(木組)、フェルト、ガドール・ブレース(白い布)である。

測定当日の夕方までの天候は晴れ、日が明けた未明は雨であった。ゲル内には4名が宿泊している。温度測定位置は図3に示す通りである。

図4は、温度の経時変化を示している。中央にある炉において、薪に着火した時間帯も併記した。炉着火とともに室温は上昇したが、フェルトの内外で温度の挙動が異なっていることがわかる。すなわち、フェルトの外側は防水用のシートがあるにもかかわらず、ほぼ外気温に追従し低下するが、フェルトの内側は、良好な温度が保たれている。夏季におけるデータであるが、フェルトの極めて高い断熱性能を裏付けている。



写真4 温度分布の経時変化を測定したゲル



写真5 ゲルの構成

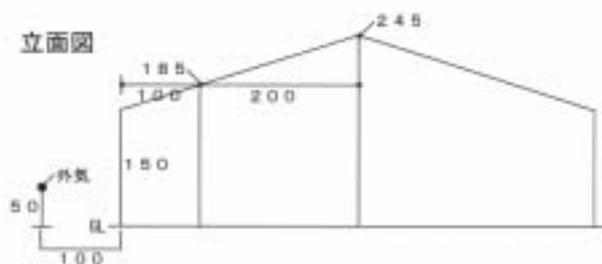
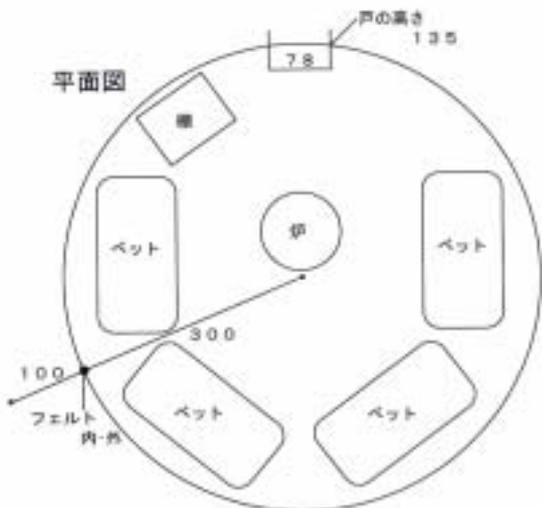


図3 ゲル内の温度測定位置



4.2 フェルトの熱伝導率

フェルトをウランバートルの建材市場で入手し、日本に持ち帰り、熱伝導率を JIS A 1412 「熱絶縁材の熱伝導率及び熱抵抗の測定方法」に基づき測定した。

厚みは 19.6mm あり、熱伝導率は、0.0369 w/mk であった。これと密度 (13.5kg/m³) との関係を示せば、図5の通りである。極めて良好な断熱性能といえる。

5 まとめ

本報告により、次のことを明らかにした。

- (1) モンゴルの鉄筋コンクリート造は、ロシアのスナップに基づいた建設がなされている。
- (2) セメントはロシア製、中国製、モンゴル製であり、骨材には、良好な丸みをもつ川砂、川砂利が使われている。
- (3) 凍害対策のため化学混和剤によりエントレインドエアを導入する考えがない。
- (4) コンクリートは、そのほとんどが現場で製造されている。
- (5) 寒中施工はあまり行われておらず、10月から5月は建設工事が極めて少ない。
- (6) 寒中施工を行う場合、コンクリートに NaCl が使われているようであり、鉄筋に電流を流し、加熱する方法もとられているようである。
- (7) 耐震設計は、行われている。
- (8) 実際にコンクリートを採取し、試験した結果、圧縮強度は決して高くないことを裏付けた。推定水セメント比は、73~83%であった。
- (9) 実際にコンクリートを採取し、試験した結果、凍結融解作用に対する抵抗性が極めて低いことがわかった。
- (10) 実測に基づき、ゲル内の室温維持に、ゲルの材料であるフェルトが有効に働いていることを確認した。
- (11) フェルトの熱伝導率を測定し、極めて高い断熱性能を確認した。

謝辞：モンゴル国内での調査では、多くの政府機関関係者、JICA 職員に協力を頂いた。また、フェルトの熱伝導率の測定には、旭化成建材

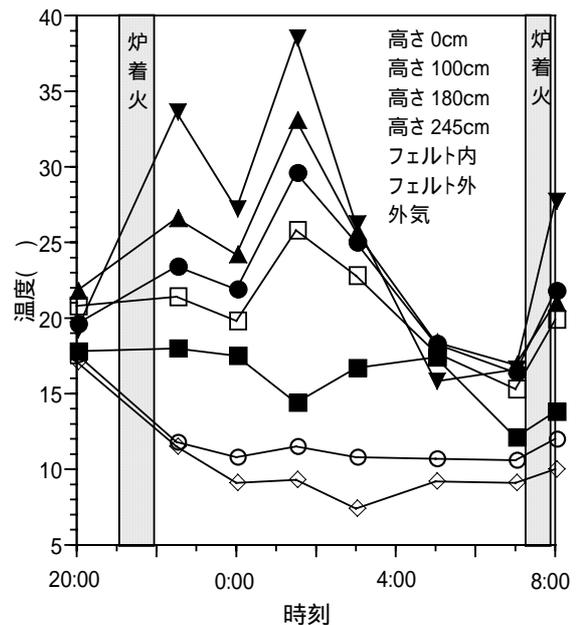


図4 ゲル内の温度変化

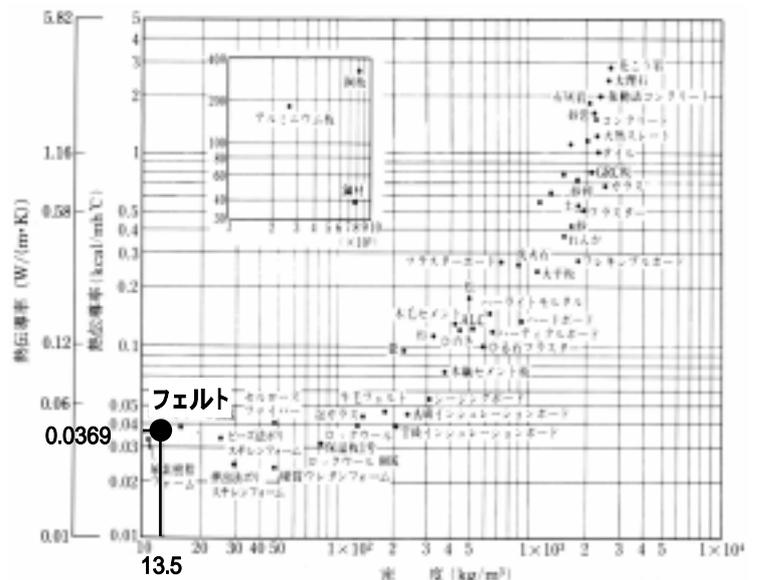


図5 建築材料の密度と熱伝導率⁴⁾

(株)一坊寺英夫氏に協力頂いた。記して謝意を表する次第です。

参考文献

- 1) 湯浅昇, 川岸梅和, 長谷川光弘: モンゴル・ウランバートルにおける RC 造の現状, 日本大学生産工学部第 37 回学術講演会建築部会講演概要, pp.205-208, 2005.12
- 2) 湯浅昇, 笠井芳夫, 松井勇, 国本正恵: コアを用いたコンクリートの単位水量試験方法の検討, 日本コンクリート工学協会, コンクリート工学年次論文集, 第 22 巻, 第 1 号, pp.343-348, 2000.6
- 3) 湯浅昇, 笠井芳夫, 松井勇, 篠崎幸代: 細孔構造によるコンクリートの品質評価方法, 日本建築学会, コンクリートの試験方法に関するシンポジウム, pp.2-67~2-70, 2003.11
- 4) 宮野秋彦: 建築の断熱と防湿, 学芸出版社, p.20, 1981