

V - 4 寒冷地におけるコンクリートの強度発現に関する基礎的研究

東北大学 学生員 ○ 盛岡 義郎

東北大学 正 員 三浦 尚

東北大学 学生員 千葉 武生

1. はじめに

近年、マスコンクリートの需要増加に伴い、高炉スラグ微粉末（以下GBFSと略す）混入セメントや低発熱セメントの使用量が増加する傾向にある。GBFSを混入することでコンクリートは、長期強度や耐久性が優れ、化学抵抗性が向上することなどの品質改善がなされる。また、低発熱セメント（以下LHC と略す）は、水和熱が極めて低いという性質だけでなく、アルカリ骨材反応の抑制効果、化学抵抗性の向上が期待できる。しかし、これらのコンクリートは一般に強度の発現が遅く、初期強度が低いため、寒冷地で使用する場合は適切な養生を行なう必要がある。また、初期強度が低いとコンクリートは初期凍害を受け、その後養生を続けても強度の増進が少なくなるため、初期強度をある程度高く保つことは重要なことと思われる。

そこで本研究では、寒冷地におけるコンクリートの施工を念頭においた基礎的研究として、それらのセメントを用いたコンクリートの養生方法についての検討を行なった。

2. 使用材料及び実験方法

表1 養生条件

セメントは、市販の普通ポルトランドセメント（以下OPC と略す）、LHC、GBFS粉末度7890cm²/g 混入セメント（以下GBFS8 と略す）、GBFS粉末度4040cm²/g 混入セメント（以下GBFS4 と略す）の4種類とし、スラグの置換率は50%とした。細骨材として宮城県大和町産の山砂を使用した。モルタルの配合を、水：結合材：細骨材＝1：2：5とした。供試体はφ5×10cmの円柱供試体で、20度恒温室で打設後直ちに、表1に示すような条件で養生を行なった。材齢1、4、8週に供試体の重量測定及び圧縮強度試験を行なった。

A	20度一定水中（標準養生）
B	5度一定気中
C	30度給熱密封1日 → 5度一定気中
D	30度給熱密封3日 → 5度一定気中
E	30度給熱密封7日 → 5度一定気中
F	5度一定密封
G	30度給熱密封1日 → 5度一定密封
H	30度給熱密封3日 → 5度一定密封
I	30度給熱密封7日 → 5度一定密封

3. 実験結果及び考察

図1は、各種セメントについて養生条件ごとに圧縮強度試験を行なった結果である。

図1(a)より、OPCでは、給熱養生を行わずに低温養生を行なった場合でも、1週強度が比較的高く出ており、強度発現性に問題がないと思われる。給熱後気中養生では、4～8週に強度の増加がほとんど見られない。これは4週までに水分が供試体から蒸発したため、水和反応がほぼ停止したためと考えられる。このことは重量測定結果においても、材齢1週重量の1.1～4.9%の減少が4週までに起こっているのに対し、4～8週にかけてはすべて1.0%未満の重量減少しか起こっていないことから頷ける。

図1(b)は、LHCでは給熱1日以外では、給熱後気中養生の方が密封養生よりも高い強度が得られることを示している。施工する際は給熱3日は必要でその後5度気中養生が必要であるが、他のセメントに比べ長期強度も低いため寒冷地で使用する場合は十分な養生が必要であると思われる。

図1(c)、(d)よりスラグ混入セメントにおいては、粉末度の低い方が初期養生がより重要であることを示している。また、給熱後気中養生と密封養生を給熱日数ごとに比較すると1週強度では3日給熱の場合のみ50kgf/cm²程気中養生の方が高くなっていたが、1、7日給熱はほぼ同等の強度であった。次に1～4週ま

での強度増加率を比較した。給熱後気中養生では給熱日数が増えるごとに、GBFS8 では13.18, 24% と増加率が伸びているのに対し、給熱後密封養生では52.22, 20%と増加率が減少している。GBFS4 においても同様の傾向が見られた。一般に寒冷地でスラグ混入セメントを使用する場合のGBFSの粉末度は、 $5000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上のものが望ましいと

されている¹⁾が、3日給熱後5度気中及び密封養生を行なえばGBFS4 でも寒冷地での使用は可能と思われる。4～8週までの強度変化においては給熱後気中養生において、若干の強度低下が見られた。これは4週において供試体中の水分が蒸発したため、ペースト中の細孔に負圧が生じ見かけの強度が高くなったためと考えられる。

図2は、各種セメントを使用して養生条件を変化させたモルタル供試体の1週強度を示した図である。寒冷地での施工を考慮し養生条件はC、D、G、Hを選び、これらと一般的な強度発現をしていると考えられるAの標準養生を比較した。初期強度を必要とした時の養生方法としては、どのセメントにおいても3日給熱後気中養生を行なう方法が適当であると思われる。特にGBFS4 は約70%の強度改善が行なわれている。

4. 結論

寒冷地において各種セメントを使用する場合、長期強度及び初期強度を使用可能な範囲で出すには、OPC においては、低温養生でも強度発現性に問題がないと思われる。LHC においては、他のセメントに比べ長期強度も低いため寒冷地で使用する場合は十分な養生が必要で、最低でも3日給熱後気中養生が必要であると思われる。スラグ混入セメントにおいては、粉末度の低い方が初期養生がより重要であるが、GBFS4 も3日給熱後5度気中及び密封養生を行なえば寒冷地での使用も可能と思われる。

<参考文献>

- 1) 土木学会：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの設計施工指針（案）

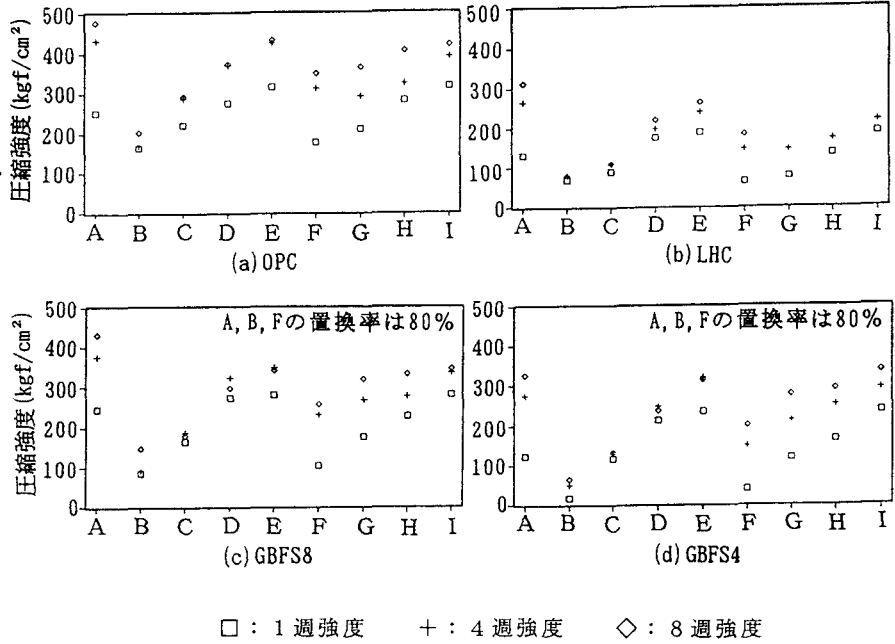


図1 各種セメントの養生条件ごとの圧縮強度

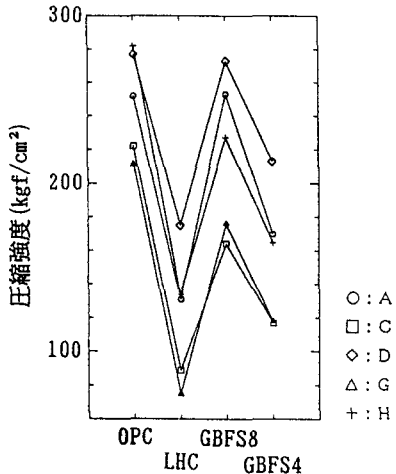


図2 各種セメントの1週強度の比較