

## V-525

## 寒冷地における石炭灰を多量に混和したコンクリートの強度発現性

東北大学 正会員 岩城一郎  
大成建設 熊谷 徹  
東北大学 フェロー 三浦 尚

## 1. はじめに

近年、石油代替エネルギーとして石炭火力発電の需要が増加しており、今後石炭火力発電所の増設に伴い、石炭灰排出量が一層増加することが予想される。一方、近年このような産業副産物をコンクリート中に多量に混和し、資源の有効利用を図る試みが積極的に行われており、石炭灰を高流動コンクリートの粉体として利用する方法等について盛んに研究が行われている。石炭灰を多量に混和したコンクリートを寒冷地で施工する場合、十分な凍結融解抵抗性を確保するため所定の空気量を経済的に連行すること、低温下においても所定の強度発現性を満足することに特に留意する必要がある。このうち前者については昨年度既に報告を行っているため<sup>1)</sup>、本研究では、石炭灰を多量に混和したコンクリートを寒冷地で施工する場合を想定し、その強度発現性について明らかにすることを目的とした。

## 2. 実験概要

実験は、本研究の目的であれば、モルタルにより十分にその傾向を把握することが可能であると判断し、モルタル供試体により行った。セメントは普通ポルトランドセメント、石炭灰は密度  $2.09\text{g/cm}^3$ 、ブレン比表面積  $3650\text{cm}^2/\text{g}$  で、今後未燃炭素を多く含む石炭灰の発生割合が増加すると考え、強熱減量 5.3%と高めのものを使用した。配合は、水粉体容積比が 0.92（水結合材比約 0.3）で高流動コンクリートを想定した配合（H シリーズ）と、水粉体容積比が 1.58（水結合材比約 0.5）で普通コンクリートを対象とした配合（N シリーズ）の 2 種類に大別される。各シリーズともに、石炭灰を全粉体容積の 50%置換した場合（H50, N50）と石炭灰を混和しない配合（HP, NP）について検討を行った。高流動コンクリートを想定したモルタルの配合は、既往の文献<sup>2)</sup>に従ってフロー試験と V ロート試験を行い、相対フロー面積比を 5.0 で一定とし、相対ロート速度比がほぼ 1.0 となるように設定した。普通コンクリートを対象とした配合は、水セメント比 0.5、単位水量  $175\text{kg/m}^3$  の一般的なコンクリートの配合から粗骨材分を取り除くことにより設定した。

養生温度は、標準的な養生温度である  $20^\circ\text{C}$  と、寒冷地における日平均気温を想定した  $5^\circ\text{C}$  の 2 種類とした。養生方法は、水中養生（W）、封かん養生（S）、相対湿度約 60%の気中養生（A）の 3 種類とした。各条件で養生を行った供試体は、材齢 7 日、28 日、91 日、H シリーズのみ 182 日で JIS A 1108 に従って圧縮強度試験を行い、配合や養生方法の違いが強度発現に及ぼす影響を検討した。

## 3. 実験結果及び考察

図-1 に石炭灰を全粉体容積の 50%置換した高流動コンクリートを想定した配合（H50）の強度発現結果を示す。図中の凡例は養生温度と養生方法を組み合わせ、例えば 20W（ $20^\circ\text{C}$  水中養生）のように表している。図より、 $20^\circ\text{C}$  で水中養生や封かん養生を行った

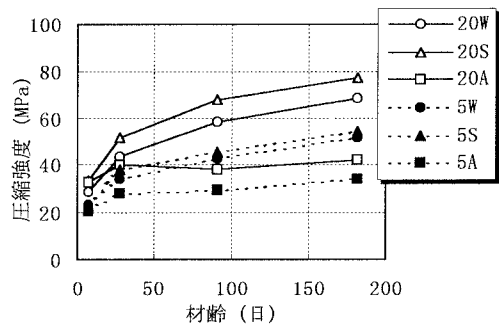


図-1 H50の強度発現

キーワード：石炭灰、強度発現、寒冷地、高流動コンクリート

場合、優れた強度発現を示すのに対し、20℃気中養生では、材齢28日以降強度発現が停滞している。一方、5℃で水中養生、封かん養生を行った場合、材齢長期にわたり強度発現が増進するものの、20℃養生に比べると強度の伸びは小さい。5℃気中養生では、材齢長期における強度発現がほとんど期待できないため、寒冷地では気中養生を適用すべきではないと判断される。図-2に、普通コンクリートを対象としたN50に対する強度発現結果を示す。図より、20℃で水中養生や封かん養生を行っても、材齢91日における圧縮強度が25MPa以下と非常に低い。5℃養生を行った場合には、養生方法によらず材齢7日における圧縮強度が5MPa以下であり、初期凍害に対する抵抗性が低い。また、材齢91日における圧縮強度も20MPa以下であり、構造物として適用することは難しいと判断される。

図-3に5℃養生を行った石炭灰を50%置換した配合（H50，N50）の各材齢における圧縮強度を、石炭灰を混和しない配合（HP，NP）の圧縮強度で除して百分率で表した結果（強度発現率）を示す。図より、H50に関しては、水中養生や封かん養生を行うことにより、70%程度の強度発現率を確保することが可能となる。一方、N50では材齢91日においてもNPの圧縮強度の半分も期待できない結果となった。図-4にH50，N50の各材齢における20℃養生に対する5℃養生の圧縮強度を百分率で表した結果を示す。図より、H50では、養生方法によらず70%以上の強度発現率が期待できるが、N50では、材齢28日までの強度発現率が低く、特に気中養生を行った場合、低温で著しく強度低下する結果となった。ただし、水中養生や封かん養生を行った場合、材齢91日における強度発現率はH50とほぼ同じであることが確認された。

#### 4. まとめ

寒冷地で石炭灰を全粉体容積の50%と多量に混和したコンクリートを施工する場合、水結合材比が0.5程度の普通コンクリートでは圧縮強度が非常に低く、材齢初期の強度発現も低下するため、所定の強度発現が得られるよう、配合、施工法に関する何らかの対策が必要となる。一方、粉体系高流動コンクリートのような水結合材比の低い配合では、このような問題はある程度改善される。ただし、気中養生は材齢長期における強度発現が期待できないため、避けるべきである。

#### 参考文献

- 1) 岩城一郎，熊谷徹，三浦尚，石炭灰を混和したコンクリートの空気連行性に及ぼす吸着質の影響，土木学会年次講演会，1998.9
- 2) 岡村甫，前川宏一，小澤一雅，ハイパフォーマンスコンクリート，技報堂出版，1993

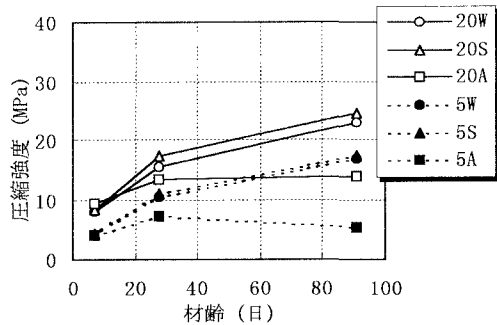


図-2 N50の強度発現

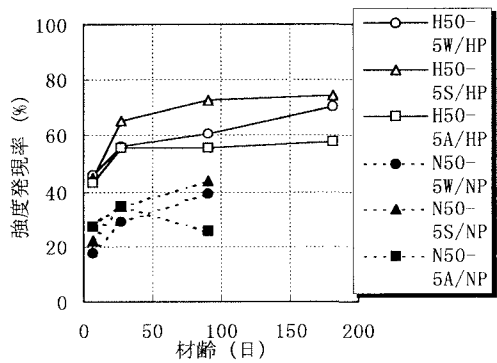


図-3 石炭灰を混和しない配合に対する強度発現率

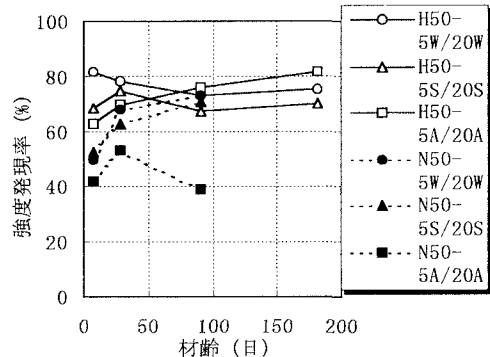


図-4 20℃養生に対する強度発現率