

V-55

養生方法の違いが普通コンクリートの強度および耐凍害性に及ぼす影響

秋田大学 学 ○吉野 皓貴 学 城門 義嗣

正 加賀谷 誠

1. まえがき

橋脚や壁面部材などの土木構造物は一般に打放しコンクリートとする事が多く、構造物の長寿命化の観点から、このような構造部材を被覆して保護できる新たな建設材料の開発・研究が求められている。本研究では、軽量で吸水率の大きい火山礫を用いたポーラスコンクリート(火山礫 POC)版をコンクリート構造部材表面に被覆させた養生効果の活用を想定し、被覆による普通コンクリートの耐凍害性改善について検討を行った。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)、秋田産火山礫(最大寸法 15mm)、混合砂(表乾密度 2.58g/cm^3 、吸水率 3.03% 、粗粒率 2.72)、碎石(最大寸法 20mm 、表乾密度 2.68g/cm^3 、吸水率 1.34%)、混和剤として高性能 AE 減水剤 (SP)、補助 AE 剤(AE₁)、AE 剤(AE₂)を使用した。表-1 に火山礫の物理的性質を示す。表乾密度および吸水率は 24 時間吸水後の結果であり、単位容積質量および実積率は絶乾状態での結果である。火山礫 POC の W/C を 25.0% 、空隙率 30% としてペースト粗骨材容積比(p/g)を変えたコンクリートを製造し、示方配合を決定した¹⁾。また、W/C=60.0%、スランブ 8.0cm 、空気量 6.0% の普通コンクリートを製造した。表-2 に本研究で利用したコンクリートの示方配合を示す。火山礫、セメント、水と混和剤の順にパン型強制練りミキサーに投入し、90 秒間練混ぜた。締固め終了時に空隙率が 30% となるように試料を計量して型枠に入れ、バイブレーションタンパ(振動数 50Hz 、質量 15kg)により締固めを行った。脱型後、供試体質量を測定した後、水中養生を行った。材齢 14 日まで①水中養生(20°C 静水中)、②気中養生(室温 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $60\pm 20\%$ の実験室内放置)、③火山礫 POC 版による被覆養生(火山礫 POC 版を 24 時間絶乾後、24 時間吸水させて表乾状態として普通コンクリート角柱供試体 [断面 $100\times 100\text{mm}$ 、長さ 400mm] 全面を被覆し、気中養生と同様に材齢 14 日まで実験室内に放置)を行った後、被覆を取り外した供試体について、JISA1148 : A 法に準じて試験を行った。凍結融解試験終了後、JISA114 に準じてはりの折片による圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果および考察

表-3 に、火山礫 POC および普通コンクリートの 24 時間吸水率、28 日間水中養生後における単位容積質量、圧縮および曲げ強度を示す。表より、火山礫 POC の 24 時間吸水率は 45.4% と極めて大きく、単位容積質量は普通コンクリートの $1/2$ 程度と軽量であることがわかる。圧縮および曲げ強度は 0.7 および 0.3 N/mm^2 と低強度であった。コンクリート構造物の耐久性を確保するには、養生を十分行うことが極めて重要である。そこで、吸水率が大きく軽量の火山礫 POC を実際のコンクリート構造部材の表面に被覆することを想定した場合の養生効果を凍結融解試験により検討した。

図-1 および図-2 に、養生方法の異なる普通コンクリートの凍結融解試験における相対動弾性係数と質量減少

表-1 火山礫の物理的性質

表乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)
1.18	68.97	0.42	60.4

表-2 コンクリートの示方配合

火山礫POCの示方配合		単位量 (kg/m^3)						
目標空隙率 (%)	p/g	W/C (%)	W	C	L ₅₋₁₀	L ₁₀₋₁₅	SP	AE ₁
30	0.07	25.0	19	81	309	463	0.81	0.02

普通コンクリートの示方配合		単位量 (kg/m^3)						
W/C (%)	s/a (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W	C	S	G	AE ₂
60.0	46.3	8.0 ± 1	6.0 ± 0.5	172	287	804	878	0.17

表-3 コンクリートの物性値

	火山礫POC	普通コンクリート
24時間吸水率 (%)	45.4	6.2
単位容積質量 (kg/l)	1.01	2.31
圧縮強度 (N/mm^2)	0.7	29.6
曲げ強度 (N/mm^2)	0.3	4.2

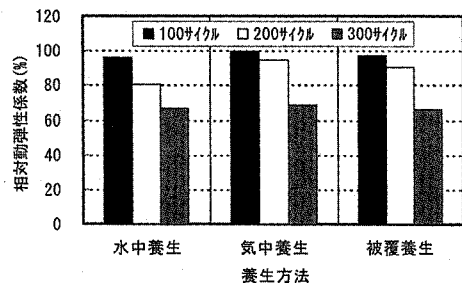


図-1 養生方法と相対動弾性係数の比較

率をサイクル毎に比較した結果を示す。図より、相対動弾性係数の低下は水中養生の場合が最も大きくなったが、300 サイクル終了時では、全て同程度となり 66~69%の範囲となった。質量減少率は、気中養生の場合が最も大きく、300 サイクル終了時において、水中および被覆養生の約 2 倍となり、供試体表面の著しいスケーリングが観察された。水中および被覆養生の質量減少率はほぼ同様に増加したが、供試体表面のスケーリングは気中養生の場合より軽減された。

図-3 に、前図と同時に測定した超音波伝播速度をサイクル毎に比較した結果を示す。図より、超音波伝播速度の変化傾向は相対動弾性係数の変化傾向と同様となり、300 サイクル終了時で気中養生が最も小さくなった。このように、養生方法の異なる場合において凍結融解試験結果が異なるのは、気中養生の場合、供試体が養生中に乾燥することで、水を含まないキャピラリー空隙が、水中凍結による水圧を開放するため²⁾、相対動弾性係数の低下が緩和されたものと考えられる。一方、質量減少率が、気中養生の場合大きく増加したのは、W/C が 60% であるため、養生中に乾燥することで、供試体表面の収縮微細ひび割れや水和反応の遅延により、セメントペーストの劣化に伴うスケーリングが発生して粗骨材粒子が顕著に露出したものと思われる。これに対して、火山礫 POC 版で被覆を行った場合、気中養生と同様の環境条件でも質量減少率は小さく相対動弾性係数の低下速度も緩和されることが明らかとなった。

図-4 に、凍結融解試験 300 サイクル終了後のはりの折片による圧縮強度の比較を示す。図より、被覆養生を行った場合の圧縮強度は気中養生よりも 1.7 倍大きく、水中養生の場合と同程度となった。したがって、火山礫 POC 版による被覆は、気中養生と同様の環境条件下に置かれた場合であっても、凍結融解抵抗性を向上させることから、湿潤養生が困難な柱や梁などのコンクリート構造部材の表面へ使用した場合、凍害に対する表面保護効果を発揮することが検証された。

4. まとめ

多孔質で高吸水性の秋田産火山礫を用いたポーラスコンクリート(火山礫 POC)版を、構造部材の表面などに被覆した場合の表面保護効果を検討した結果、以下の結論が得られた。

- (1) 300 サイクル終了時で相対動弾性係数は水中、気中と同程度となるが、質量減少率の低下が水中養生の場合と等しく、気中養生の 1/2 でスケーリングを軽減することが明らかとなった。
- (2) 凍結融解試験終了後の圧縮強度は、気中養生よりも 1.7 倍大きく、水中養生の場合と同程度となり、凍害に対する表面保護効果を発揮することが検証された。

参考文献：

- 1) 城門義嗣，加賀谷誠：火山礫を用いたポーラスコンクリートのヒートアイランド現象抑制効果に関する検討，土木学会論文集，No.781/V-66，pp.133-143(2005)
- 2) 浜幸雄，千歩修，友澤史紀：乾燥の影響と吸水性状を考慮したコンクリートの耐凍害性の評価方法，セメント・コンクリート論文集，No.57，pp.266-272(2003)

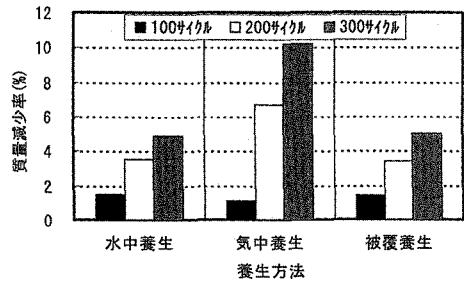


図-2 養生方法と質量減少率の比較

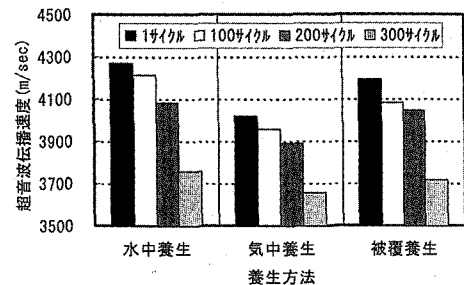


図-3 養生方法と超音波伝播速度の比較

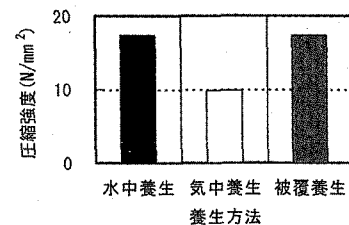


図-4 凍結融解試験終了後の圧縮強度の比較