

柱部材を現場にて炭酸化養生するための一検討

鹿島建設(株) 正会員 小林 聖 ○松田恭明 関 健吾 取違 剛
東洋大学 正会員 横関康祐

1. はじめに

我が国は、2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、地球温暖化対策に向けた動きが加速しており、2030年度には2013年度比で46%減という野心的なCO₂削減目標を掲げている。一方で、コンクリート分野においては、カーボンニュートラルを実現できるコンクリート技術がほとんどない中で、二酸化炭素と反応するダイカルシウムシリケート γ 相（以下、 γ C₂S）を混和材として用い、若材齢からコンクリートに強制的にCO₂を吸収させる（炭酸化させる）ことでカーボンネガティブとなる環境配慮型コンクリートが開発されており²⁾、世界で初めて実用化に至っている。しかし、現状ではインターロッキングブロックや歩車道境界ブロックといった二次製品の製造にとどまっている。今後、更なるCO₂削減量の増大のためには場所打ちコンクリートへの適用が望まれる。場所打ちコンクリートへ適用する場合、屋外で炭酸化養生する必要があり、ここでは柱部材を対象とし、場所打ちコンクリートの現場炭酸化養生方法について検討を行った。



写真-1 風管

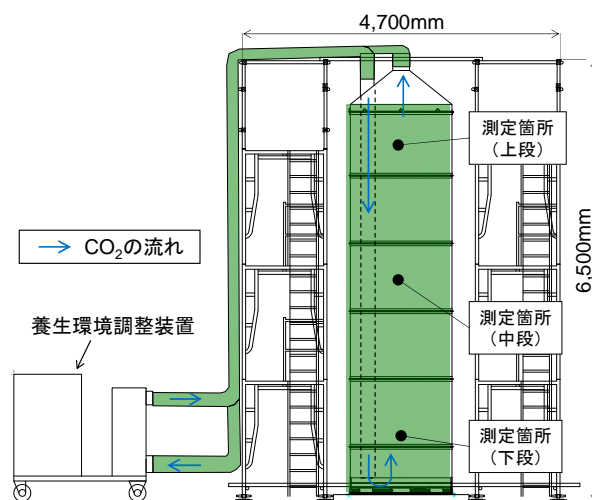


図-1 簡易炭酸化養生方法の全景

2. 柱部材の現場炭酸化養生の概要

現場で簡易的に炭酸化養生槽として使用する材料としては、破れにくい、CO₂が漏気しない、軽量といった性能が求められる。そこで、トンネル工事で排気に使用されている風管を使用することとした。風管を写真-1に示す。風管は樹脂製であるため破れにくく、透気性も無く、2.3kg/mと人力で可搬できる重量である。 ϕ 1,000mm、高さ5,000mmのコンクリート製の柱を現場で炭酸化養生することを想定し、風管の径は1,500mm、長さ6,000mmとし、風管の下端と上端を固定・密封することで養生槽として機能させることとした。風管を用いた簡易炭酸化養生方法の全景を図-1に示す。下端の固定治具を写真-2に示す。底版を模擬したコンクリートにフランジ型の治具を設置し、風管を挟み込んでボルトで固定することで端部からのCO₂の漏気を防止した。上端の固定治具を写真-3に示す。上端は温度・湿度・CO₂濃度を調整する養生環境調整装置から配管が接続されるため、風管を固定し



写真-2 下端の固定治具



写真-3 上端の固定治具

表-1 使用材料

材料	記号	摘要
水	W	上水道水
結合材	P	プレミックス結合材、密度: 3.08g/cm ³
膨張材	Ex	エトリンガイト・石灰複合系
混和材	γ	ダイカルシウムシリケート γ 相、密度: 2.85g/cm ³
細骨材	S	山砂、表乾密度: 2.57g/cm ³ 、粗粒率: 2.82
粗骨材	G	砕石、最大粗骨材寸法: 20mm、表乾密度: 2.76g/cm ³ 、実積率: 58.8%
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤

表-2 検討配合

W/B (%)	単位量(kg/m ³)					SP (B×%)	
	W	B		γ	S		G
		P	Ex				
45	160	341	15	107	764	950	1.50

キーワード: 環境配慮型コンクリート, CO₂吸収コンクリート, 現場炭酸化養生, 柱部材, 場所打ち

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

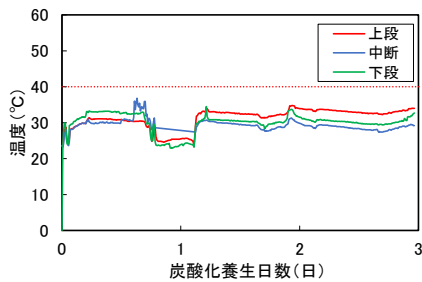


図-2 温度の測定結果



図-3 二重風管設置状況

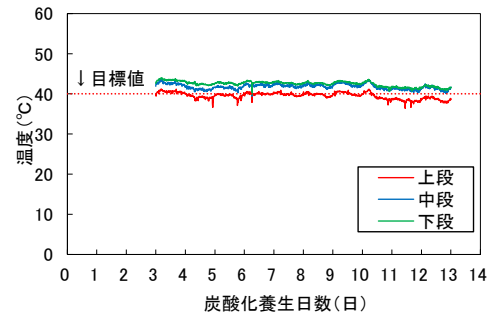


図-4 温度の測定結果

つつ、配管接続も兼ねた形状とした。

3. 現場炭酸化養生の実施工

本養生方法により所定の養生環境が維持できることを確認するために、実際に現場でコンクリートの柱を製造し、養生装置を一定期間運転し、温度・湿度・CO₂濃度を測定した。コンクリートの使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。コンクリート打込み後5日で脱型し、現場炭酸化養生槽の設置を行った。材齢12日から温度を40°C、湿度を50%RH、CO₂濃度を20%と目標値して炭酸化養生を開始し、14日間養生を行った。風管の内部において高さ方向に上段・中段・下段で温度、湿度およびCO₂濃度の計測結果を行った。温度の測定結果を図-2に示す。現場では養生槽が外気に曝されているため、装置から供給される熱量よりも外気への放熱が勝り、目標とする養生温度が確保できなかった。対策として、ここでは省エネルギーで目標温度を確保できる養生方法として、二重風管養生方法を検討した。二重風管養生方法の概要を図-3に示す。養生槽として使用している風管よりも一回り大きいφ1,800mmの風管を外側に被せ、内側と外側の風管の隙間に熱風機により発生させた温風を流し、風管を外から暖める方法である。温度の測定結果を図-4に示す。温風の温度を65°Cとして二重風管内に流すことで目標値である40°Cで養生槽内を管理可能であることが確認された。湿度の測定結果を図-5に示す。若干のばらつきはあるものの、目標湿度で管理可能であった。CO₂濃度の測定結果を図-6に示す。現場の安全上中段のみの測定となっているが、若干目標値よりは低いものの比較的安定した環境を実現可能であった。炭酸化養生終了後に柱部材と同時に養生していたφ100×h200mmの供試体により炭酸化深さの確認を行った。測定結果を図-7に示す。現場炭酸化による炭酸化深さは、管理された室内の養生槽での試験結果と同等であり、現場炭酸化養生槽でも確実にCO₂をコンクリート中に吸収させることが可能であることを確認した。

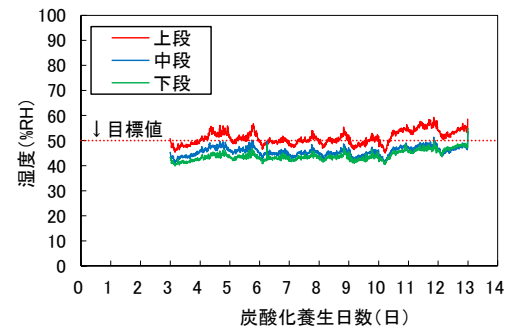


図-5 湿度の測定結果

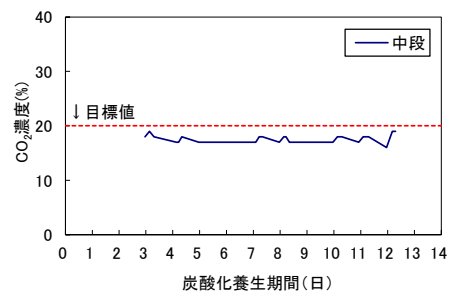
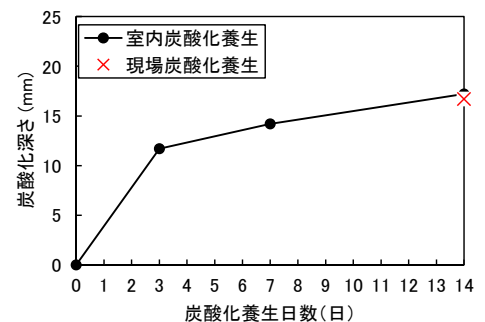
図-6 CO₂濃度の測定結果

図-7 炭酸化深さの測定結果

4. まとめ

実構造物を現場で炭酸化養生するシステムを構築し、環境温度、湿度、CO₂濃度を調整可能であることを確認した。今後は本工法を壁部材やスラブ部材へ適用拡大していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 首相官邸 HP：第203回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説，2020.10.26 (2022.3.9 閲覧)
- 2) 取違剛，横関康祐，吉岡一郎，盛岡実：CO₂排出量ゼロ以下の環境配慮型コンクリート CO₂-SUICOM，セメント・コンクリート，Vol.786，pp.26-31，2012。