

透水性コンクリート舗装の炭酸化養生方法に関する一検討

鹿島建設(株) 正会員 ○吉田祐麻 小林 聖 取違 剛 芦澤良一
鹿島道路(株) 正会員 神下竜三 横田慎也 鎌田 修

1. 目的

筆者らはこれまで CO_2 と反応して硬化するダイカルシウムシリケート γ 相 (以下, $\gamma\text{C}_2\text{S}$) を混和材として用い, 強制的に炭酸化 (以下, 炭酸化養生) させることで, CO_2 をコンクリート中に固定し, 環境負荷を低減する技術について研究してきた。より多くの CO_2 をコンクリートに固定させるためには, ポーラスコンクリートのように CO_2 ガスが通り易い方が好ましい。そこで土木構造物でポーラスコンクリートが比較的多く用いられる透水性コンクリート舗装に着目し, 屋外での使用に対応した可搬式の炭酸化養生装置を作製して施工試験を実施した。本論文では, 炭酸化養生の管理状況およびコンクリートの炭酸化状況を測定した結果を記す。

2. 施工試験の概要

幅 2,000 mm, 延長 5,000 mm, 厚さ 100 mm の場所打ち透水性コンクリート舗装を検討の対象とした。表-1 にコンクリートの配合を示す。 $\gamma\text{C}_2\text{S}$ を結合材の 30 wt% で置換し, 水結合材比を 35% とした。コンクリート打込み後に洗出しを行い, 骨材が表面に露出した状態に仕上げた。

施工試験で使用した可搬式の炭酸化養生装置の概略を図-1 に示す。温度, 湿度および CO_2 濃度を調整した空気 (以下, 養生空気) を装置で生成し, 塩化ビニル製のフレキシブルダクトと塩化ビニル管 (以下, 総じて管路と称す) を通じて, 舗装の上面に供給した。供給された養生空気が逸散しないように, 舗装の周囲を高さ 100 mm のプラスチック板で囲い, 上面をビニールシートで封緘した。舗装の上面に供給された養生空気は管路を通じて装置に回収し循環させることで, 養生空気の温度, 相対湿度, CO_2 濃度の安定を図った。また, 図-2 に示すように, 幅 1,600 mm の領域は舗装の上面を養生空気が通過する状態とし, 幅 400 mm の領域はメッシュ状パイプを舗装に埋設し, 舗装の下側から養生空気が供給されるようにした。

炭酸化養生は, 温度 50°C , 相対湿度 50%, CO_2 濃度 15% を管理目標値とし, 材齢 2 日から開始して, 材齢 14 日までの 12 日間行った。炭酸化養生を行っている最中は, 図-2 に示す位置で温度, 相対湿度, および CO_2 濃度を測定した。また, 炭酸化養生後, 同図に示す位置で直径 10cm, 長さ 10cm のコアを採取し, フェノールフタレイン溶液を噴霧して炭酸化領域を確認した。

表-1 透水性コンクリートの配合

W/B※ (%)	設定 空隙率 (%)	$\gamma\text{C}_2\text{S}$ 置換率 (wt%)	単位量(kg/m^3)					
			水	セメント	$\gamma\text{C}_2\text{S}$	膨張材	山砂	砂利
35	18	30	104	188	89	20	112	1481

※B は結合材で, $B = (\text{セメント}) + (\gamma\text{C}_2\text{S}) + (\text{膨張材})$

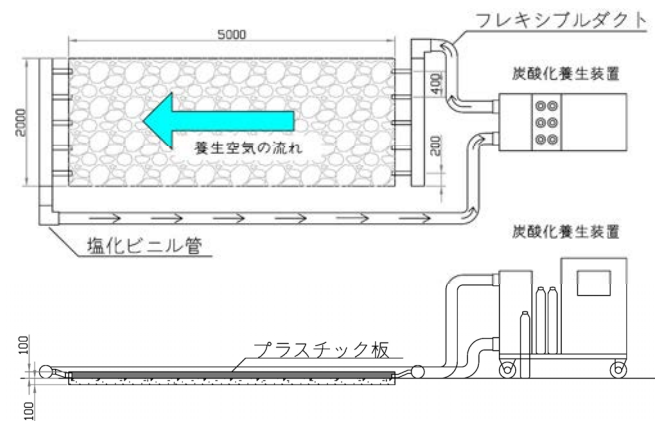


図-1 可搬式の炭酸化養生装置の概略

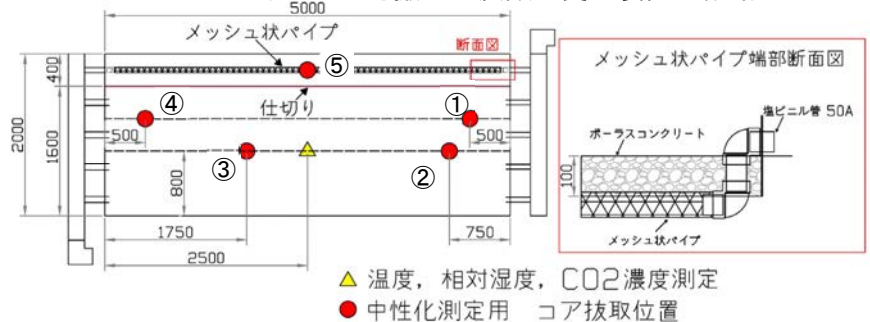


図-2 ドレーン管の概要と各種データの測定位置

キーワード: 環境配慮型コンクリート, CO_2 吸収コンクリート, 炭酸化養生, $\gamma\text{C}_2\text{S}$, ポーラスコンクリート

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

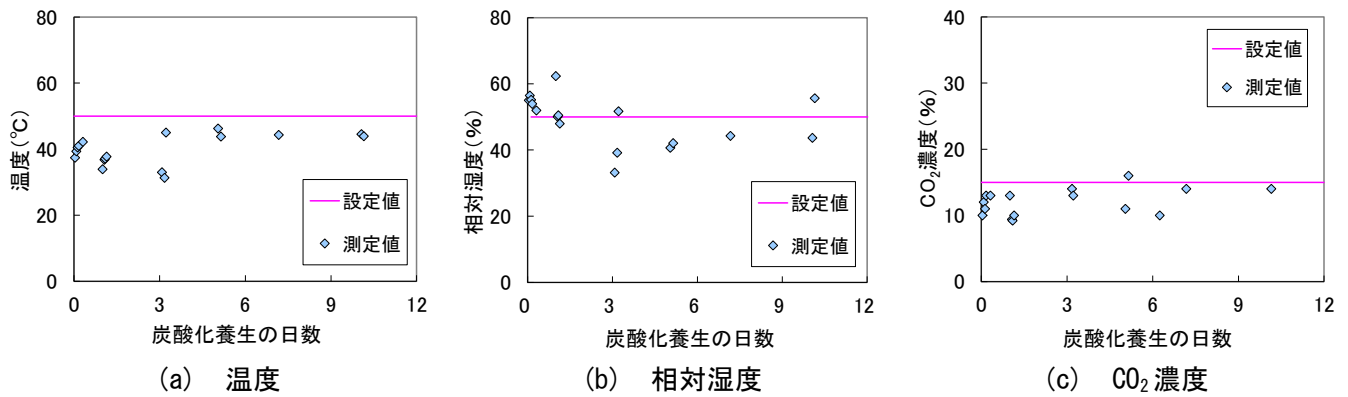


図-3 炭酸化養生の環境測定データ

3. 施工試験の結果

3.1. 温湿度およびCO₂濃度

図-3に温度、相対湿度およびCO₂濃度の測定結果を示す。図-3では、各養生条件の管理目標値を実線で示し、図-2に示した位置で測定した測定値を散布図として示した。

まず、温度は管理目標値である50℃に対して、測定値が40℃前後となり、すべての測定値が設定値より低くなった。これは、7月下旬の試験で外気温は平均29.4℃で管理目標値50℃より低く、放熱が卓越したためと考えられた。そのため、炭酸化養生を50℃で管理するためには、ビニールシートによる封緘だけでなく、保温シートの併用を行うほか、装置で生成する養生空気の温度を外気に合わせて制御する必要がある。

相対湿度およびCO₂濃度は、炭酸化養生の開始から1日目までは管理目標値から外れた測定値となっているものの、3日目以降は管理目標値に近い値を示した。つまり、相対湿度とCO₂濃度は、本施工試験で使用した可搬式の炭酸化養生装置でおおむね制御できると考えられる。

3.2. 炭酸化状況

表-2に図-2に示す各位置で採取したコアに噴霧したフェノールフタレイン溶液の呈色状況を示す。養生空気が舗装の上面から供給される①~④を比較すると、養生空気の供給側に近い①が最も炭酸化が進行しており、②、③、④と排出側に向かうに従って、炭酸化が進行しにくい傾向にあった。①~④のすべてで舗装の上面、つまり養生空気と接触する面から炭酸化しているが、空隙の周辺部にも炭酸化領域が点在していることから、養生空気が透水性コンクリート舗装の空隙を通過して内部を炭酸化している状況が確認された。また、メッシュ状パイプを使用した⑤では、メッシュ状パイプのある下側から炭酸化が進行しており、同じ中央付近の位置である③と比較して炭酸化が進行していることから、炭酸化の進行に効果があると考えられる。

4. まとめ

本施工試験で用いた可搬式の炭酸化養生装置は、温度の管理に課題があるものの、炭酸化養生の環境をおおむね制御できることが分かった。しかし、養生空気の供給側に近い箇所がより炭酸化していることが確認されたことから、養生空気の循環方法を工夫することによる養生環境の均一化が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 取違ら：炭酸化養生を行ったコンクリートのCO₂収支ならびに品質評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1450-1455，2012.

表-2 フェノールフタレイン溶液の呈色状況

① 供給側	② 中央やや供給側
③ 中央付近	④ 排出側
⑤ メッシュ状パイプ使用部	※ ①などの番号は図-2中のコア採取位置に対応 ※ 写真上側が舗装の上面側である ※ ⑤では、写真下側にメッシュ状パイプが位置していた