

覆工コンクリートへのCO₂固定に関する炭酸化養生層内の気流解析
ー G I 基金事業『CUCO』開発成果ー

東急建設株式会社 正会員 ○早川健司 伊藤正憲 非会員 栗田 剛
鹿島建設株式会社 正会員 関 健吾 境 美緒 フェロー会員 坂井吾郎

1. はじめに

地球温暖化対策として、カーボンリサイクル技術に対する期待が高まっており、 γ -2CaO・SiO₂を普通ポルトランドセメントの一部に置換したコンクリートを炭酸化養生することで、緻密で化学的安定性に優れた炭酸化コンクリートを製造する技術が開発され、プレキャスト部材への適用が実用化されている。このような中、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に「グリーンイノベーション（GI）基金」が造成され、筆者らもコンソーシアム「CUCO（Carbon Utilized COncrete）」の一員として研究開発を進めている。炭酸化コンクリートの普及促進のためには、現場打ちコンクリートへの展開が必要であるが、本検討は、種々ある土木構造物のうち山岳トンネルの覆工コンクリートを対象としたものである。覆工コンクリートは、セントル型枠を用いてコンクリートを打設し、一般には打設翌日に脱型した後、所用の湿潤養生が実施される。炭酸化養生方法の一つとして、脱型後のコンクリート内面側に養生台車を配置し、養生空間内にCO₂ガスを充填して炭酸化養生することが考えられる。本研究では、数値流体解析（CFD）により効率的に高濃度CO₂ガスを充填するための台車形状や給気・排気口の位置等を検討した。

2. 解析概要

図1に解析モデルを示す。直径約9.4m、長さ10m、覆工コンクリート厚さ300mmとした。表1に解析ケースを示す。養生層厚さ、CO₂ガスの給気・排気口の位置を組み合わせた3ケースとした。供給ガスは温度50℃、相対湿度40%、CO₂濃度80%とし、流量は6m³/min、ガスの給気・排気口は直径300mmとした。解析はソフトウェアクレイドル社のScFLOW2022.1を用いて、流れ場の乱流モデルをSSTk- ω 、初期時間刻みを10⁻⁶秒として、実時間で1時間経過までを非定常で行った。養生層の壁面の境界条件は断熱、ノースリップとし、覆工コンクリート面へのCO₂ガスの吸収と水蒸気の発生は無いものとした。

3. 解析結果

図2にCO₂ガス供給開始から5分後と10分後の覆工コンクリート面から5mm内側におけるCO₂ガス濃度のコンター図を示す。ケース1では、10分後には上部付近以外では80%に到達したが、全領域が80%になったのは約35分後であった。ケース2では、10分後でも80%の領域は少なく、60分経過後も上部は80%に満たない領域が見られた。ケース3では、10分経過後でほぼ全領域で80%になった。図3に各ケースにおける図1に示す9点（覆工コンクリート面から5mm内側）のCO₂ガス濃度の時間変化を示す。ケース1、3では、給気口のある側のL-1,2,3、上部の

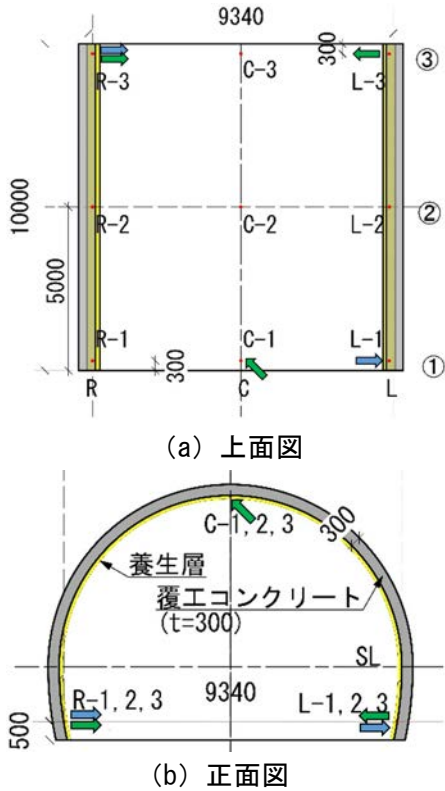
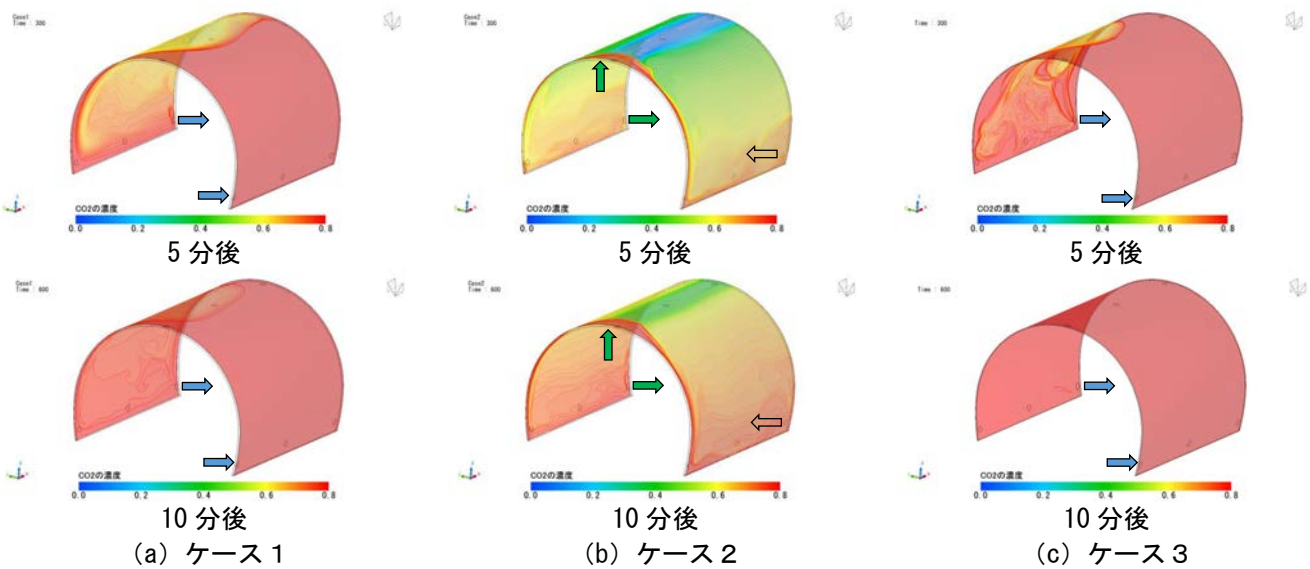


図1 解析モデル

表1 解析ケース

	ケース1	ケース2	ケース3
養生層厚さ (mm)	100	100	50
供給流量 (m ³ /min)	6		
給排気口直径 (mm)	300		
給気口位置	L-1	C-1	L-1
排気口位置	R-3	L-3, R-3	R-3

キーワード CUCO, 覆工コンクリート, 炭酸化コンクリート, 炭酸化養生, CO₂吸収, CFD
連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 東急建設(株)技術研究所 TEL042-763-9511

図2 CO₂ ガス濃度のコンター図

C-1, C-3, 排気口のある側の R-3,2,1 の順で濃度が上昇し、最後に上部の中央 C-2 の濃度が 80%に到達していることから、給気・排気口に近い個所からガスが充満していることが考えられる。ケース 2 では、下部の L-1,2,3,R-1,2,3 がほぼ同様に濃度が上昇し、その後上部の C-2,3 の濃度が上昇している。これは、CO₂ は空気に比べて重いので下部から充満するためと考えられる。以上より、短時間で CO₂ ガスを充満させるには、上部より下部から供給した方が効率であることが分かった。また、ケース 1 と 3 の結果から、養生層厚さを半分にした場合、約 1/3 の時間で濃度が 80%に到達することが分かった。養生層内の温度変化はいずれのケースにおいても CO₂ ガス濃度の変化の傾向とほぼ同様であった。

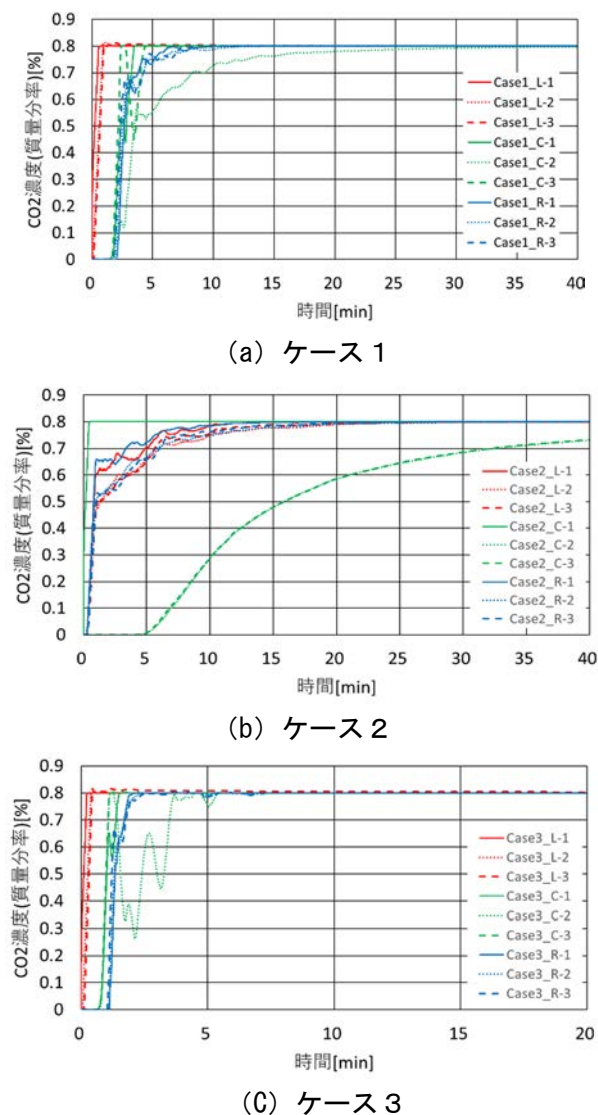
4. まとめ

トンネル内面の養生空間を対象として養生層の厚さ、CO₂ ガスの給気・排気口の違いによる濃度の拡散状況の違いを CFD により確認した。今後は、覆工コンクリート面での二酸化炭素の吸収と水蒸気の放出を考慮した検討を実施する予定である。

謝辞： 本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP21014) を受け、革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び評価技術の開発で得られた成果である。

参考文献

- 1) 渡邊ほか： γ -2CaO・SiO₂を用いたセメント系材料の炭酸化養生による高耐久化、コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, 2004
- 2) 小林ほか、コンクリートの現場炭酸化養生技術に関する研究、コンクリート工学年次論文集, Vol.42, No.1, 2020

図3 CO₂ ガス濃度の時間変化