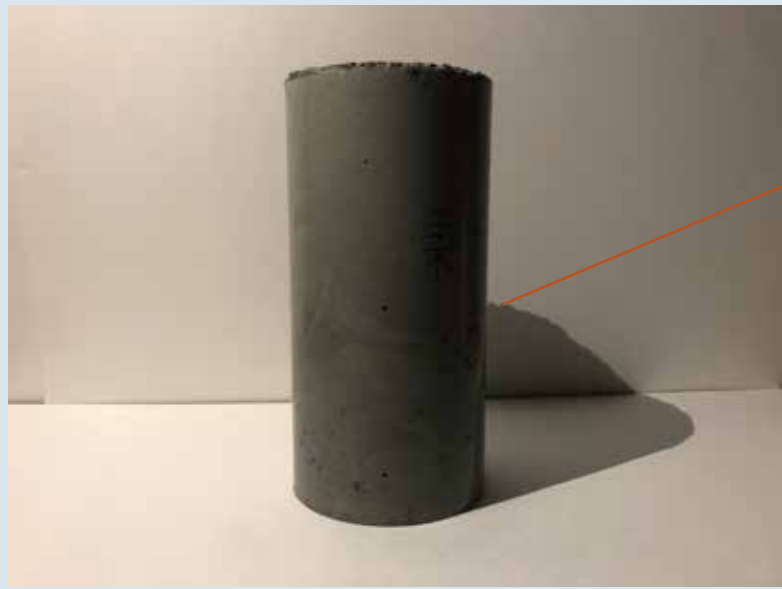


Mix Proportion



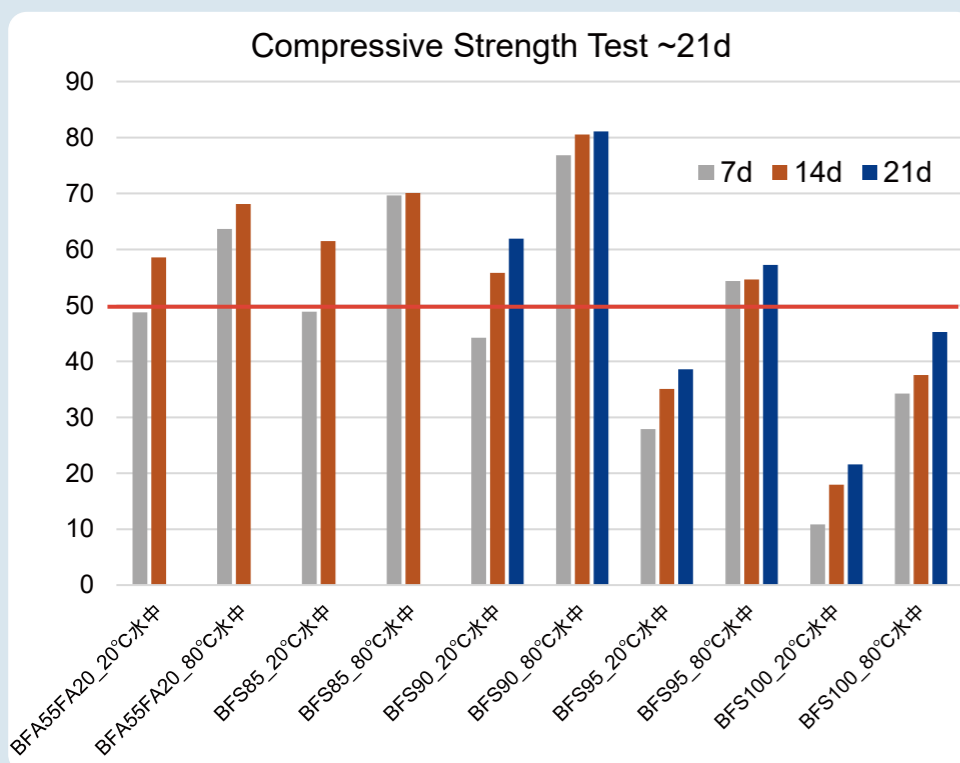
CO₂排出量：37 kg/m³
 BFS(高炉スラグ)置換率：95%
 80°C養生5日→5°C水中16日

CO₂排出量を抑えるための手段として、養生中のコンクリートに二酸化炭素を吸収させる方法や、アルカリ活性反応によって硬化させる方法などが提案されている。しかしながら今回私たちは、王道である「混和剤の置換率を上げ、セメントの使用割合を極限まで減らす」という作戦を取った。

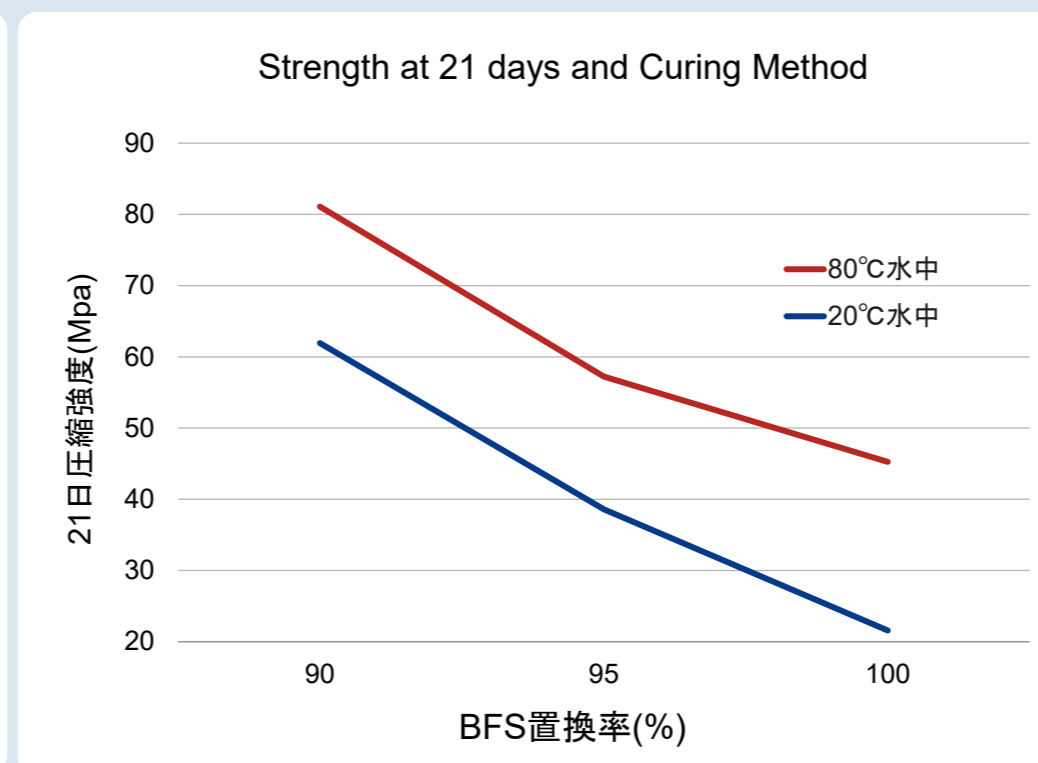
CO ₂ 排出量計算	単位重量 [kg/m ³]	CO ₂ 排出係数 [kg-CO ₂ /t]
水	147	0
普通ポルトランドセメント	24.5	766.6
高炉スラグ微粉末	465.5	26.5
天然細骨材	997	3.7
天然粗骨材	670	2.9
高性能 AE 減水剤	5.4	100

$$(24.5 \times 766.6 + 465.5 \times 26.5 + 997 \times 3.7 + 670 \times 2.9 + 5.4 \times 100) / 1000 = 37.3 [\text{kg-CO}_2/\text{m}^3]$$

Study1：混和剤の種類・量



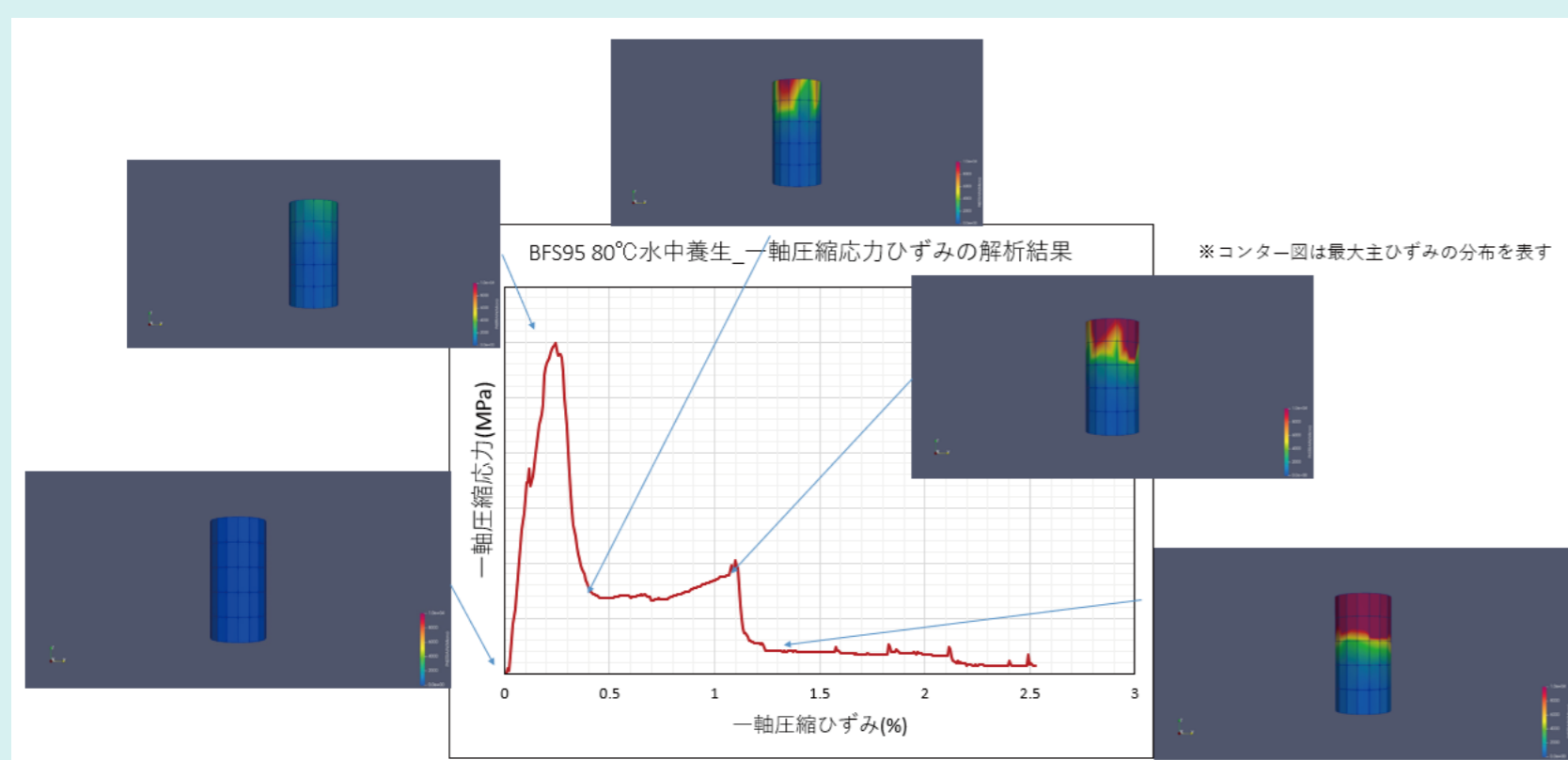
Study2：養生温度



溝渕ら (2011) の論文に基づき、強度が 50MPa に近づくような配合割合を算出した。論文では BFS85% までが検討されていたが、高炉スラグの比表面積を 8000 に変更することでそれよりも高い置換率で 50MPa を達成できることを試し練りによって確かめた (Study 1)。また、高温のオープンで水中養生することによって初期反応を加速し、強度を調整することが可能であることを確認した (Study 2)。試し練りを踏まえて、BFS を 95% 置換する割合とし、養生温度を 80°C で 5 日置いた後、それ以上の強度増進を防ぐために 5°C 水中養生することで、50MPa に近づけた。

1) 溝渕ら、環境配慮型コンクリートの基礎的性質に関する一考察、コンクリート工学年次論文集、Vol. 33、2011

Numerical Analysis



上記で検討した配合に基づき、シミュレーションによる圧縮強度の予測に取り組んだ。本検討においてはマルチスケール統合解析モデル DuCOM-COM3 を使用した¹⁾。水セメント比、混和材比、養生温度等をパラメータとして解析を行い、所望の強度が得られる見通しが立ったうえで打設作業に入り、実際の圧縮試験でも狙い通りの強度を示すことが確認された。既往研究の調査とシミュレーション上の検討を上手く組み合わせることにより、試し練りをわずか 2 回に抑えつつ理想的な配合、養生に辿り着くことができた。

1) Maekawa, K. Ishida, T. and Kishi, T.: Multi-Scale Modeling of Structural Concrete, Taylor & Francis, 2009.

Specimen casting



供試体を楕円球状にすることで、楕円の軸にそって真っ直ぐに転がるのではないかと考えた。そこで球状の既成型枠ではなく、石膏を用いて長軸 205cm, 短軸 195cm の型枠を自作した。また、軽量化によるインセンティブが働くため、スタイロフォームをコンタを重ねる要領で球状に切り出し、竹串を用いて型枠に固定することで重量を従来の約 1/3 まで低減させた。打設は突き棒とバイブレーターを用いて、丁寧に球状になるようにコンクリートを充填した。