

超臨界水反応装置に関する研究

日大生産工 (院) 石原 圭祐
 日大生産工 村田 守 日大生産工 星野 和義
 日大生産工 湯浅 昇 日大生産工 朝比奈敏勝

1. 緒言

超臨界水 (supercritical water) とは、臨界圧力 (22.1Mpa), 臨界温度 (374) を超えた状態の水であり、液体、気体の区別がつかない状態となっている。超臨界水は、気体の拡散性と液体の物質溶解性を併せ持っているため、反応溶媒としてさまざまな効果を持ち、環境汚染物質の分解抽出や難分解性物質の処理、リサイクル等多くの分野への応用が考えられ、期待を集めている¹⁾。

上述のように、超臨界水反応容器は高温、高圧に加え、溶解性の強い環境下で使用されるため、従来は Hastelloy, Inconel といった Ni 基合金が使用されることが多かった。しかし、実用的な大きさの容器を製作する場合には、これらの合金単体で製作することは得策とは言い難い。そこで、本研究では、Hastelloy 薄板を内面にライナー材とし使用し、その外側を耐熱 FRP で補強巻きし、この二つの間に断熱特性のあるコンクリートを断熱材として使用するという容器構造の可能性について検討を行っている²⁾。

ここでは前述の容器構造において断熱のために使用するコンクリートについて述べる。コンクリートに断熱性を持たせるために特殊なビーズを混練させ製作する。ビーズの種類、含有量、養生後の乾燥の有無、材齢などによって熱伝導率にどれほど違いがでるかを検討した。また、この部分には熱応力による圧縮に耐える強度も必要であると考えられる。そのため、圧縮強度試験を行い熱伝導率の測定と同様に各条件の違いによる圧縮強度の違いを検討した。

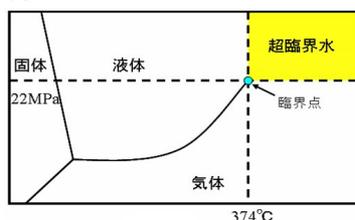


Fig.1 Phase diagram of water

2. 超臨界水反応装置の構造

検討を行っている超臨界水反応装置の構造は、fig.1に示すような断面構成となっている。すなわち、最内面のライナー材に耐熱、耐食性のある Hastelloy を使用し、その外周を断熱特性のあるコンクリートを介して温度を下げたのち、耐熱性の高いポリイミッド樹脂を使用した CFRP で補強した構造である。

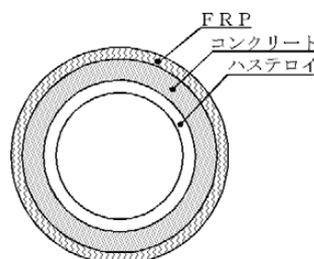


Fig.2 Cross section of the supercritical water reaction vessel

3. 試供体および実験方法

熱伝導率の測定に使用したコンクリートは、普通ポルトランドセメントに断熱目的の中空/真空セラミックの微小ビーズ (SLBG, MHC B) を混練したものである。このビーズの平均直径および比重は、SLBG が 40 μm , 0.148 であり、MHC B が 100 μm , 0.502 である。この微小ビーズの種類と含有率の違いや材齢による熱伝導率の変化を比較した。熱伝導率の測定は JIS R 2251-1 に従い試験した。一部の供試体は養生後に強制乾燥させ水分の蒸発と熱伝導率の低下の関係を調べるため乾燥前後における質量の変化を測定した。

圧縮強度測定用供試体は、JIS A1132 に従い作製し、打設4週間後に JIS A1108 に従って圧縮試験を行った。ビーズの含有率や打設後の養生温度の違いによる圧縮強度を測定した。養生は常温環境下 (20) と高温環境下 (水中60度) の条件で行った。この試験と同時に、JIS A1149 に従いコンクリートの静弾性係数の測定も行った。

Study on Supercritical Water Reaction Vessel

Keisuke ISHIHARA, Mamoru MURATA, Kazuyoshi HOSHINO
 Noboru YUASA and Toshikatsu ASAHINA

4. 実験結果

4.1 熱伝導率

SLBG, MHC Bそれぞれのビーズの含有率, 材齢と乾燥温度による熱伝導率の変化は, やはりビーズ含有率が多いほど低くなった. ビーズの種類に関してはSLBGを混練したもののほうがMHC Bを混練したものより低い値が得られた. 乾燥については高温環境下での乾燥期間をおいたもののほうが低い値となった. また, 時間の経過とともに熱伝導率が低下していくと思われたが大きな変化は見られなかった.

4.2 質量変化

乾燥期間の前後による供試体の質量は高温環境下においたものは大きく減少したが, 常温では変化はほとんどなかった. これは供試体内部の水分が蒸発したためだと考えられる. また, それにより上述の熱伝導率の測定において高温環境下での乾燥後は大きく熱伝導率が下がったと考えられる.

4.3 圧縮強度

常温と水中60 で養生したものを比較すると水中で養生したもののほうがいずれも圧縮強度が向上した. ビーズの種類についてはMHC BのほうがSLBGより高い値となった.

4.4 静弾性係数

静弾性係数はビーズ含有量が増えるほど減少し, MHC Bのほうが高い値を示した.

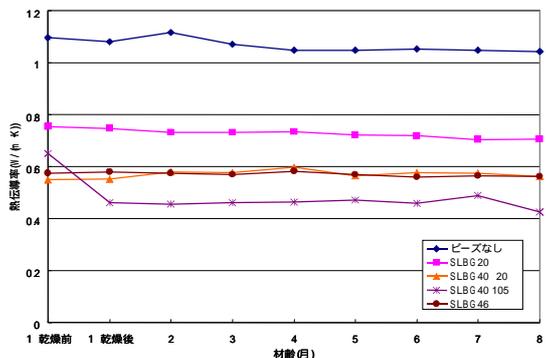


Fig.3 Change thermal conductivity with material age (MHC B)

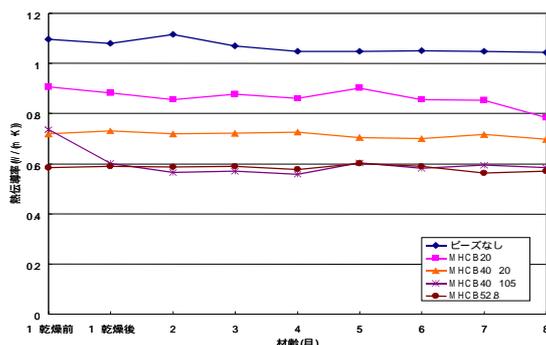


Fig.4 Change thermal conductivity with material age (SLBG)

	乾燥温度 ()	乾燥前 (g)	乾燥後 (g)	減少分 (g)
SLBG 40	20	3819.0	3817.9	1.2
SLBG 40	105	3939.6	3595.0	344.6
MHC B 40	20	4109.8	4107.3	2.5
MHC B 40	105	4142.1	3847.4	294.7

Fig.5 Change of the mass by the drying

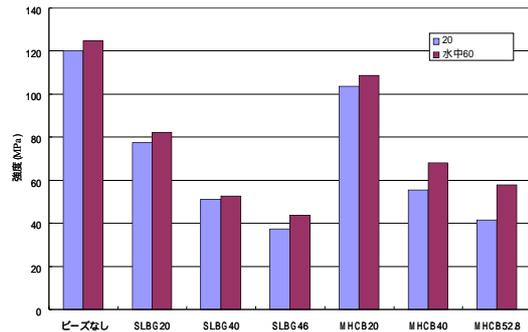


Fig.6 Effects of curing temperature on compressive strength

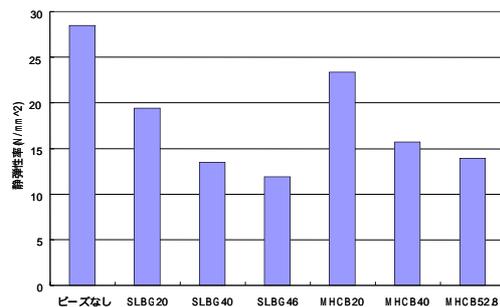


Fig.7 Static modulus of elasticity of concrete

5. 結言

コンクリートの熱伝導率を下げるのに強制乾燥させる方法は有効であり満足のいく値が得られた. しかし, 先行研究において見られた時間の経過による熱伝導率の低下は見られなかった. 強度についても水中かつ高温で養生することによって改善できることがわかった.

「参考文献」

- 1) 土井啓徳 他, 高温・高水圧によるアスファルト混合物のバインダー除去に関する研究, 第60回土木学会年次学術講演会
- 2) 村田守 他, 超臨界水反応装置に関する研究, 第60回土木学会年次学術講演会