

超臨界水反応装置用断熱コンクリートに関する研究

○ 日本大学 正 村田 守 日本大学 朝比奈 敏勝 日本大学 星野 和義 日本大学 湯浅 昇

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。土木分野でも、アスファルト混合物廃材の再生利用への応用が検討されている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、従来はハステロイ、インコネルといった 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、ハステロイ等の耐熱耐食合金の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。

本報告は、前述の反応容器構造において、断熱のために使用するコンクリートの特性について測定した結果についての報告である。

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、図 1 に示すような断面構成となっている。すなわ

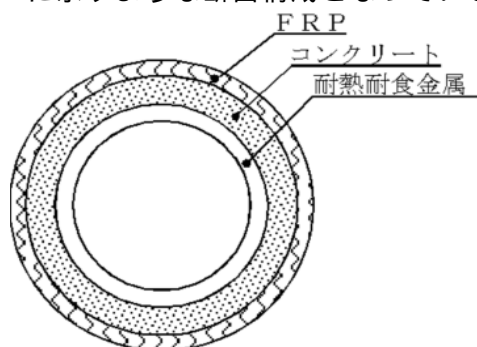


図1 超臨界水反応装置の断面構成

ち、最内面のライナー材に耐熱、耐食性のある合金を使用し、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。以下にこの断熱コンクリート候補の特性試験結果について述べる。

3. コンクリートの特性

3.1 供試材および試験方法

実施した試験は断熱特性 (熱伝導率) 測定と圧縮強度測定である。

3.1.1 熱伝導率測定

熱伝導率の測定に使用したコンクリートは、1 昨年製作したものであり、普通ポルトランドセメントに米国 NASA で開発された断熱目的の中空 / 真空セラミックの微小ビーズ (SLBG, MHCB)²⁾ 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、MHCB が 100 μm , 0.502 である。製作したコンクリートの種類を表 1 に示す。

表1 製作したコンクリート

ビーズ W/B (%)	SLBG40		MHCB	
	16	20	16	20
0	0	0	0	0
20	20	20	20	20
31.5	40	40	40	40
		46		52.8

註) W/B : 結合剤に対する水の割合

本年度は、このコンクリートの 2 4 ヶ月時間経過後までの断熱特性を調べ、比較した。熱伝導率の測定は JIS R 2251-1³⁾ に従い試験した。

3.1.2 圧縮強度測定

従来の圧縮強度測定用供試体は、打設後常温で養生していたが、予備試験により高温で養生した方が強度が上がるが見込まれたため、今回は 40 の環境下で養生したのも用意した。作成したコンクリートの種類は、MHCB 含有率 40%、水結合材比は W/B = 20% のものである。打設 4 週間

後に JIS A1132 及び JIS A1108 に従って圧縮試験を行った。

3.2 測定結果および考察

3.2.1 熱伝導率測定

図2～図3にMHCB及びSLBGのW/B=20%のコンクリートについて、材齢による熱伝導率の比較を示した。また、MHCBのW/B=20%のコンクリート毎の熱伝導率の経時変化を図4に示した。

ここに示した以外のコンクリートについても、時間経過したものの方が、製作直後のものより熱伝導率が小さくなる傾向が見られた。これらの図より、この間では時間の経過と共に熱伝導率は低下しており、製作後24ヶ月経過してもなお、熱伝導率が低下中であること分かる。これはコンクリート中の水分が時間とともに低下することによるものと考えられるが、この傾向は今回の使用目的からは望ましい傾向である。

ちなみに、目標とする熱伝導率は $0.747 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下である⁴⁾。材齢1ヶ月時点での測定結果によると、この条件を満足するものは少なかったが、材齢24ヶ月時点ではすべてのコンクリートがこれを満足している結果となった。

3.2.2 圧縮強度測定

図5にコンクリートの圧縮強度の養生温度による違いを比較して示す。これより、養生温度を高くすれば圧縮強度が上がる事が分かる。

計画している反応容器では、コンクリート部には $48 \sim 61 \text{ MPa}$ 程の圧縮応力が発生する可能性がある。常温で養生したものでは、安全率を考慮しなければ、SLBGを用いた場合ではビーズ含有率が25%程度まで、MHCBを用いた場合ではビーズ含有率が40%程度までであれば必要な強度は確保できるという結論であった。しかし、この結果を見ると、より多くのビーズを混ぜて熱伝導率の低下を狙っても、高温で養生すれば強度が確保できる可能性があることが分かる。

4. まとめ

ビーズ入り断熱用コンクリートの熱伝導率はビーズ含有量を増せば低くなること、製造後24ヶ月経過後もなお低下し続けていること、圧縮強度は養生温度を上げれば高められることが分かった。

参考文献 省略

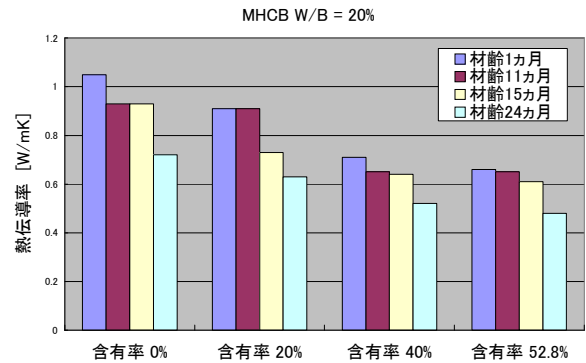


図2 熱伝導率の材齢比較 (MHCB W/B = 20%)

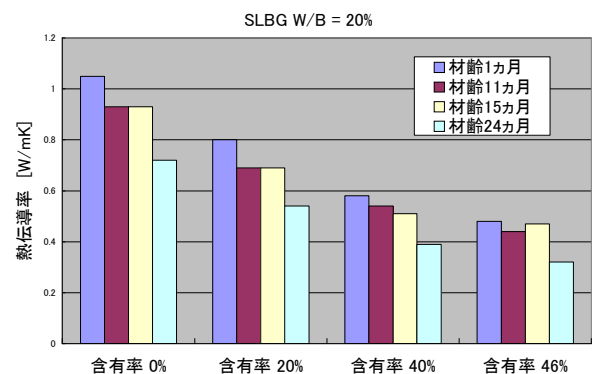


図3 熱伝導率の材齢比較 (SLBG W/B = 20%)

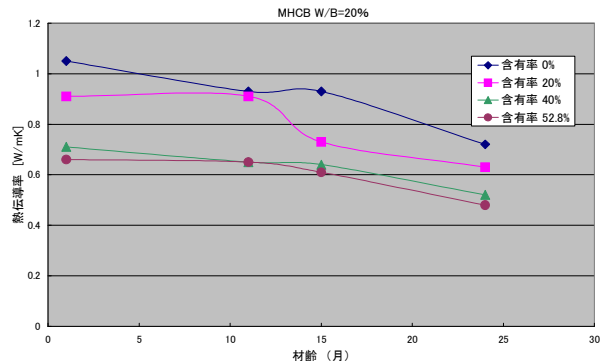


図4 熱伝導率の材齢変化 (MHCB W/B = 20%)

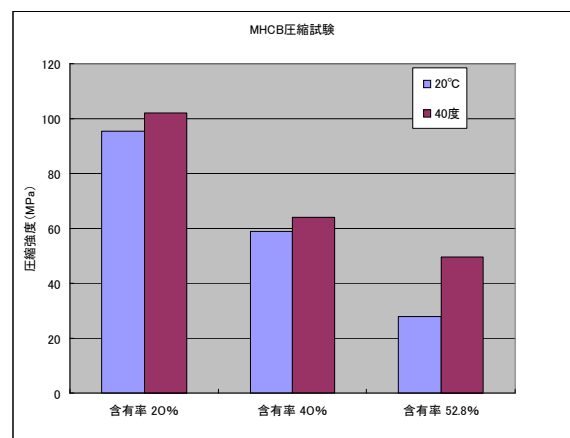


図5 圧縮強度に及ぼす養生温度の影響
(MHCB W/B = 20%)