

第V部門

低水セメント比のセメント系材料の電磁波吸収性能に関する検討

摂南大学大学院 学生員 ○依田 駿作
 村本建設（株） 正会員 高井 伸一郎
 奈良県産業振興総合センター 林 達郎
 摂南大学 正会員 熊野 知司

1. はじめに

コンクリートやモルタルに電磁波吸収性を付与できれば、コンクリート構造物のみで電磁波を制御することが可能となる。既報¹⁾において、水セメント比（以下、W/C）を60%とし、導電性を持つ炭素粉末（以下、CP）添加率を2～5%、誘電率の調整が期待できるポリプロピレン（以下、PP）を5～10%と変化させた供試体を作製し、自由空間法である反射法を用いて電磁波吸収性を評価した。その結果、実験の範囲内において特定の周波数で電磁波の吸収が認められたが、反射率が-10dB程度となり、目標とする-20dBの反射率は得られなかった。そこで、本研究ではW/Cを60、45、30%とし、PPを大幅に増加させる検討を行った。本報文は、一連の検討結果を報告するものである。

2. 実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³）、細骨材には仁淀川産川砂（表乾密度：2.61g/cm³）を使用した。また、CPの密度は2.13g/cm³、PPの密度は0.90g/cm³のものを使用した。混和剤には、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤（SP）と消泡剤を使用した。表-1、表-2にモルタルの配合を示す。

シリーズIは、PPとCPの添加率を固定し、W/Cを60、45、30%に変化させた。シリーズIIでは、W/Cを30%、CPを3%と一定とし、PPをモルタルの体積比で20、32、40、50%に変化させた。空気量は消泡剤を使用し、1%以下を目標とした。供試体の平面寸法は300×300mmとし、厚さを10mmとした。実験方法は、脱型後28日まで水中養生し、湿潤状態（W）で電磁波の透過率および反射率の測定を行った。その後、乾燥期間の14日後（2D）と28日後（4D）で電磁波の透過率と反射率の測定を行った。

表-1 モルタルの配合（シリーズI）

W/C (%)	PP (%)	CP (%)	単位量(kg/m ³)					SP C×%
			W	C	S	PP	CP	
60				527	749			0
45	20	3	316	702	603	180	64	0.2
30				1053	313			1.1

表-2 モルタルの配合（シリーズII）

W/C (%)	PP (%)	CP (%)	単位量(kg/m ³)					SP C×%
			W	C	S	PP	CP	
30	20	3	316	1053	313	180	64	1.1
	32		316	1053	0	288		0.9
	40		277	923	0	360		1.1
	50		228	760	0	450		2.4

3. 実験結果および考察

図-1にシリーズIにおける周波数と透過率の関係を示す。図より、W/Cが60、45、30%と変化しても、周波数と透過率の関係はおおむね同一の波形を示している。

図-2および図-3にシリーズIにおける乾燥期間ごとの周波数と透過率との関係を示す。図-2より、W/C=60%では、Wの透過率の波形が最も小さく、2D、4Dと乾燥が進むにつれて透過率が大きい方へシフトしている。一方、図-3より、W/C=30%の場合、Wの透過率が最も小さくなるのはW/C=60%と同じであるが、2Dと4Dで波形はほぼ同一であった。

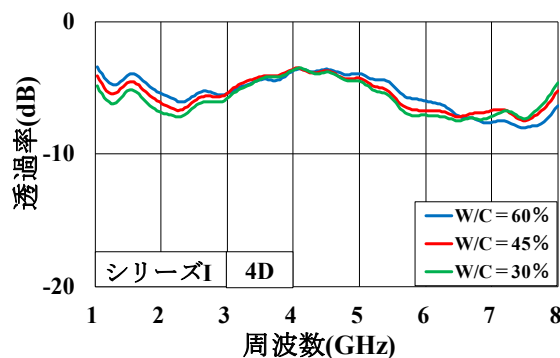


図-1 周波数と透過率の関係（シリーズI）

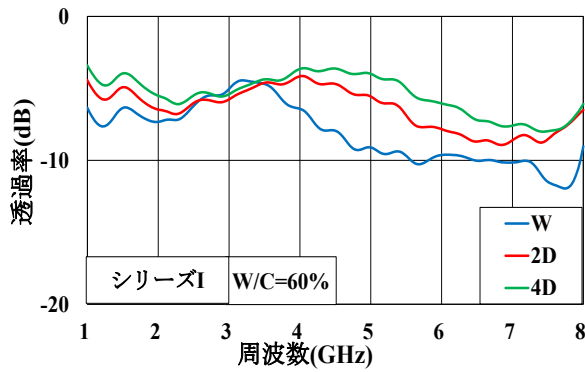


図-2 周波数と透過率の関係
(シリーズ I :W/C=60%)

図-4 に経過日数と乾燥率の関係を示す。ここで、乾燥率 $Dr(\%)$ は、式 (1) で乾燥率を定義する。

$$Dr(\%) = \frac{W_0 - W_D}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

ここに、

W_0 : 湿潤状態の質量 (g)

W_D : 各乾燥期間における質量 (g)

図より、乾燥期間が経過するにつれて $W/C=60, 45\%$ の場合、乾燥率は大きくなっているが、 $W/C=30\%$ の場合は 2 週間を過ぎるとほぼ一定となっている。図-3 において、2D と 4D とで透過率の波形がほぼ同じになったのは、 $W/C=30\%$ とすると 2 週間程度で乾燥率がほぼ一定となることと関係があると思われる。したがって、含水率の変化による電磁波の透過性の変化を抑制することを考えた場合、 $W/C=30\%$ とするのが暫定的な選択肢といえる。

図-5 および図-6 にシリーズ II における周波数と反射率との関係を示す。図-5 より、2D の場合は、周波数が 7.5GHz 付近で、 $PP=40\%$ の場合に反射率が -20dB を下回る結果となった。一方、図-6 より 4D の場合、周波数が 2GHz の付近では $PP=32\%$ の場合が、7GHz の付近では $PP=40\%$ の場合に反射率が -20dB 程度まで低下している。吸収したい電磁波の周波数は既報¹⁾に示すように供試体の厚さで制御できることを考えると、PP 添加率の暫定値として 40%とするのが良いといえる。

4. おわりに

電磁波吸収性として、反射率 -20dB を目標とした場合、 $W/C=30\%$ 、PP 添加率 40%が暫定的な配合といえる。

<参考文献>

平井，高井，林，熊野：電磁波吸収性を目的としたモルタルの設計手法に関する検討，第 73 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp569-570，2018，9。

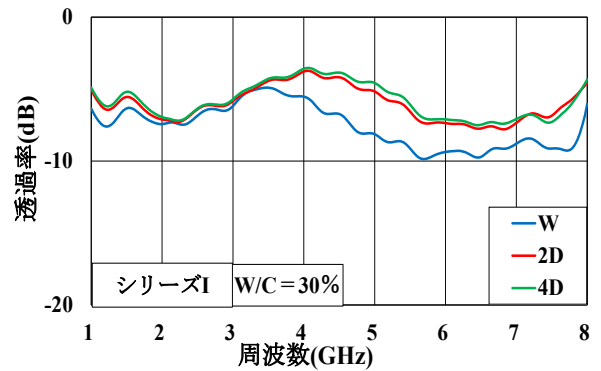


図-03 周波数と透過率の関係
(シリーズ I :W/C=30%)

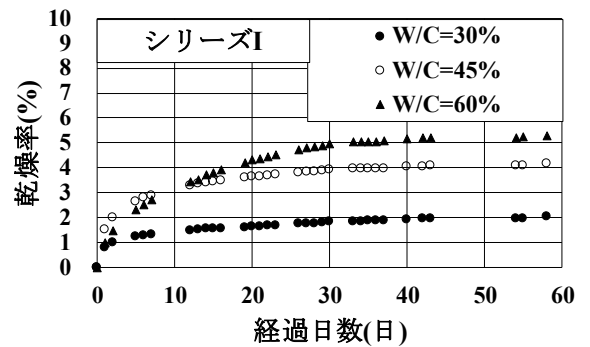


図-4 経過日数と乾燥率の関係
(シリーズ I)

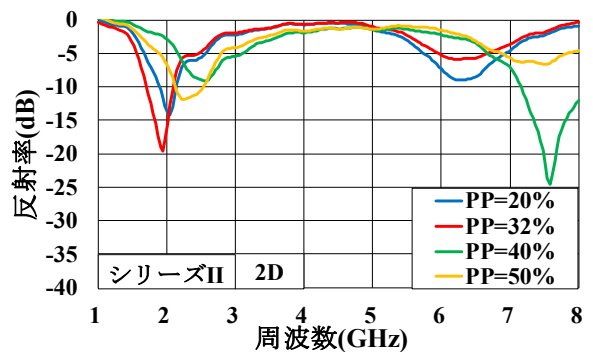


図-5 周波数と反射率の関係
(シリーズ II :2D)

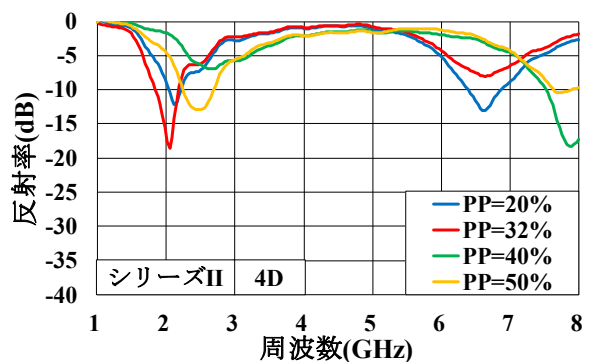


図-6 周波数と反射率の関係
(シリーズ II :4D)