

マイクロ波を利用したフレッシュコンクリート中の単位水量推定に関する基礎的研究

東京理科大学	学生会員	小泉 裕樹	東京理科大学	正会員	辻 正哲
京橋工業	正会員	並木 宏徳	ものづくり大学	正会員	澤本 武博
東京理科大学	学生会員	鈴木 佑典	東京理科大学	学生会員	椎橋 顕一

1 はじめに

単位水量は硬化コンクリートの耐久性に影響を及ぼすことから、一定規模以上の工事に対しては、単位水量管理が義務付けられ、今後も単位水量管理の必要性が高くなっていくと考えられる。コンクリート中の単位水量測定方法としては、エアメーター法、高周波加熱乾燥法、試薬濃度差法など従来からいくつかの方法が提案されており、一部では実際の工事での単位水量管理に適用されている。しかし、測定誤差が大きいことや測定に要する時間がかかる等、実際の施工現場への適用にあたっては煩雑な手間を必要とする。

本研究では、推定精度および現場への適用性を考慮に入れ、マイクロ波を利用した2種類の単位水量推定方法について検討した。1つはマイクロ波を照射中のフレッシュコンクリート表面からの反射波電力より単位水量を推定する手法であり、もう1つは、マイクロ波照射加熱によるフレッシュコンクリートの乾燥質量より単位水量を推定する方法である。

2 実験概要

本研究で対象としたコンクリートの配合は、水セメント比を40、50、60および70%と設定し、それぞれのw/cにつき単位水量を10kg程度ずつ変化させて、スランプをおおむね5、10、15および20cmとした計16配合である。

実験ではまず、練り上がったフレッシュコンクリートを容器に入れ、マイクロ波照射時にフレッシュコンクリート表面からはね返ってくる反射波電力を測定した。また、マイクロ波照射前および照射後に試料の質量を量り、その差からフレッシュコンクリート中の乾燥質量の測定も行った。

反射波電力の測定の際には、マイクロ波発生装置の導波管先端とフレッシュコンクリート表面の間隔(照射距離)を0、3、6、9および12cmと設定し、マイクロ波照射直後の反射波電力を測定した。さらに、コンクリート表面における入射波が腹となる照射距離0および6cmに関しては、マイクロ波照射時間3分までの反射波電力の経時変化についても

調べた。なお、実験では同一配合において3回の測定を行った。質量の変化を測定する際には、マイクロ波照射前のフレッシュコンクリートの質量を全て650gとした。マイクロ波照射後の質量の測定は、マイクロ波の照射開始5分後および10分後についてであり、それぞれ3回の測定を行った。

照射したマイクロ波は、周波数2.45GHz・空気中での波長120mm・強度1.0kWである。

3 実験結果

3.1 反射波電力に関する実験結果

3.1.1 マイクロ波照射距離およびマイクロ波照射時間と反射波電力の関係

照射距離と反射波電力の関係を調べたところ、図-1に示すように照射距離が約0、6および12cmでの反射波電力が大きく、3および9cmでの反射波電力はほぼ0となった。これは、照射距離が0、6および12cmの時、コンクリート表面における入射波は腹の部分に相当し、3および9cmの時は逆に節の部分に相当していることの影響であると考えられる。また、照射距離が長くなるにつれて、マイクロ波の広がりや空気中の減衰より反射波電力の値が小さくなることも確認できた。

マイクロ波照射時間と反射波電力の関係では、表-1に示すように、照射距離0cmにおいて時間の経過と共に反射波電力が減少する傾向にあった。これは、マイクロ波の加熱効果によりフレッシュコンクリート中の水分が蒸発されるだけでなく、水和反応が促進されたことによると考えられる。一方、照射距離6cmにおいては、表-2に示すように、時間が経過しても、反射波電力の値にはほとんど変化が見られなかった。これは、加熱効果および水和反応促進効果が小さくなったことによると考えられる。

3.1.2 単位水量と反射波電力の関係

照射距離0cmでは、単位水量が増加するにつれて、表-1および図-2に示すように照射後2および3分における反射波電力が増加するという傾向にあった。これは、水の方がセメントや骨材よりもマイクロ波を反射しやすいことによ

キーワード マイクロ波, 反射波電力, フレッシュコンクリート, 単位水量

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 TEL04-7124-1501(内線 4054) E-mail:saori@rs.noda.tus.ac.jp

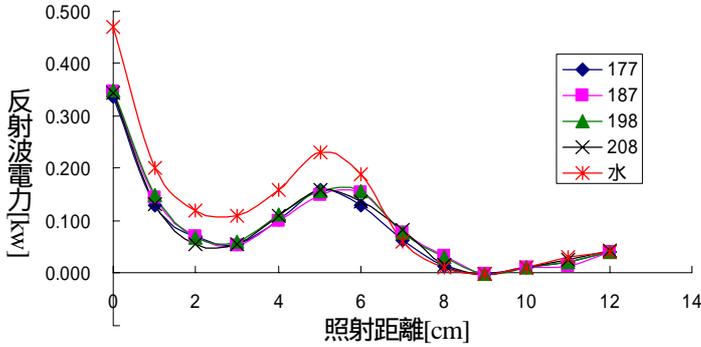


図-1 マイクロ波照射距離と反射波電力の関係を考えられる。しかし、照射距離 6cm においては、表-2 および図-3 に示すように照射距離 0cm とは逆に単位水量が増加するにつれ、反射波電力が減少するという傾向にあった。この傾向は、照射距離が長くなる事により空気中の減衰などの影響で反射波電力が弱くなるだけでなく、照射距離の影響より、フレッシュコンクリート表面および試験体背面からの反射波電力で複雑な定在波が形成された影響によると考えられる。さらに、波長の山と谷による影響も原因として考える事ができる。

3.2 質量変化における実験結果

照射時間 5分においては、水セメント比が 70%の場合を除いた各水セメント比で、単位水量の増加につれてマイクロ波を照射する前と照射開始 5 分後の質量の差は大きくなる傾向にあった。しかし、5 分間のマイクロ波照射で減少したフレッシュコンクリートの質量は 30g 程度であり、サンプル中に含まれている水分量の約 60%であったため、ばらつきが大きく、一定の傾向とならなかったと考えられる。すなわち、単位水量が大きい場合には照射時間 5 分ではフレッシュコンクリート中の水分が蒸発しきらず、測定結果にばらつきが生じると考えられる。

照射時間 10 分の結果では、いずれの水セメント比においても単位水量の増加につれて、質量減少量が大きくなる傾向を示した。照射時間 10 分では、各配合におけるフレッシュコンクリートの質量は 50g 以上減少し、サンプル中に含まれている水分量の 98%以上の減少であった。このため、単位水量が大きい範囲まで精度よく推定するためには、10 分程度の照射時間が必要となると考えられる。

4 まとめ

本研究より、フレッシュコンクリート表面からの反射波電力の測定をし、誘電率を調べることにより、短時間で連続的に単位水量を推定できる可能性が示された。また、マイクロ波の照射前および照射後に生じる質量差を調べることにより、10 分程度で単位水量を推定できることも確認できた。

表 1 単位水量と反射波電力の関係(照射距離 0cm)

単位水量[kg]	W/C[%]	反射波[kw]			
		開始直後	1分後	2分後	3分後
177	40	0.277	0.216	0.177	0.147
	50	0.353	0.240	0.193	0.193
	60	0.283	0.237	0.190	0.163
	70	0.247	0.227	0.183	0.157
187	40	0.300	0.237	0.197	0.157
	50	0.343	0.237	0.193	0.187
	60	0.260	0.233	0.213	0.177
	70	0.247	0.227	0.197	0.160
198	40	0.307	0.250	0.200	0.170
	50	0.320	0.257	0.220	0.190
	60	0.256	0.240	0.217	0.187
	70	0.240	0.210	0.203	0.170
208	40	0.277	0.243	0.213	0.183
	50	0.307	0.277	0.240	0.207
	60	0.267	0.230	0.210	0.190
	70	0.253	0.207	0.213	0.187

表 2 単位水量と反射波電力の関係(照射距離 6cm)

単位水量[kg]	W/C[%]	反射波[kw]			
		開始直後	1分後	2分後	3分後
177	40	0.140	0.147	0.147	0.147
	50	0.110	0.123	0.127	0.123
	60	0.097	0.107	0.117	0.113
	70	0.080	0.093	0.100	0.107
187	40	0.120	0.133	0.133	0.137
	50	0.107	0.123	0.123	0.117
	60	0.093	0.100	0.103	0.107
	70	0.080	0.080	0.090	0.097
198	40	0.113	0.120	0.120	0.120
	50	0.110	0.120	0.123	0.120
	60	0.093	0.100	0.103	0.097
	70	0.083	0.090	0.090	0.087
208	40	0.100	0.110	0.107	0.107
	50	0.103	0.113	0.120	0.117
	60	0.083	0.090	0.090	0.087
	70	0.090	0.090	0.090	0.087

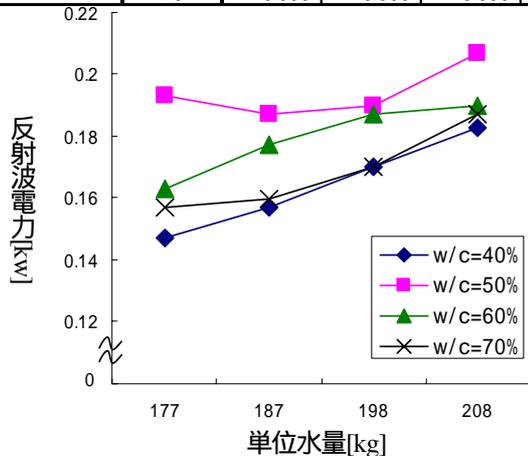


図-2 単位水量と反射波電力の関係(照射距離 0cm,3 分後)

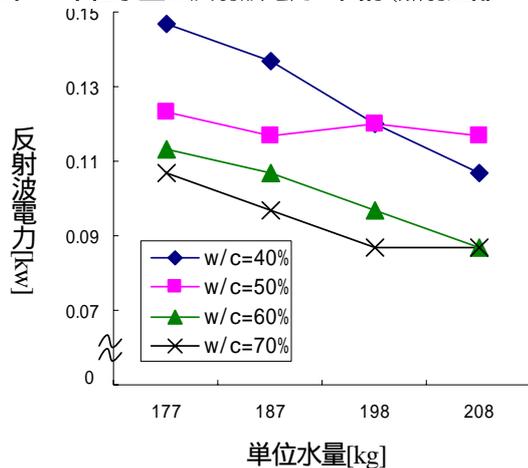


図-3 単位水量と反射波電力の関係(照射距離 6cm,3 分後)