

高周波静電容量測定装置の電極の寸法と配置が測定範囲に及ぼす影響に関する研究
その5) フレッシュモルタルにおける空隙深さと測定値の関係に関する実験

准会員 ○坂本篤思*
正会員 瀬古繁喜**
正会員 山田和夫***

高周波静電容量 電極間距離 空隙
フレッシュモルタル 深さ

1.はじめに

コンクリート工事では密に配筋された型枠内にコンクリートを投入するが、内部振動機で締め固めを行う一方で型枠面全てを効率的に締め固めることは難しいため、脱型後に充填不良が現れることがある。

筆者らは、打込み時に空隙等の欠陥を検出できれば不具合の発生を抑制できると考え、合板型枠の外側から高周波静電容量を測定することで打込み時に空隙等の欠陥を検出する技術をこれまで検討してきた。

本研究では合板の内側に設けた模擬空隙の大きさ、位置を変えた試験体に対し、モルタルを打ち込んだ直後に電極間距離が異なる仕様の高周波容量式水分計で測定し、静電容量に關係する測定値の違いを検討した結果を示す。

2.測定装置の概要

測定装置は市販の高周波静電容量式の水分計を用い、センサー一部の電極間距離を変化させる改良を施している(写真-1、写真-2)。測定値は装置が表示するD値を用いた。これは静電容量と關係する値である。

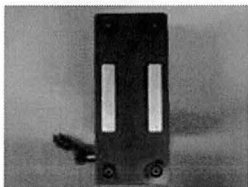


写真-1 センサー部側



写真-2 持ち手側

3.実験概要

3.1 測定装置の実験因子と水準

測定装置の実験因子は電極間距離とし、表-1に示すように15mmから65mmまでの合計6種類とした。

表-1 測定装置の実験因子と水準

実験因子	水準
電極間距離	15mm、25mm、35mm
	45mm、55mm、65mm

3.2 試験体の実験因子と水準

3.2.1 モルタル厚さを変化させる実験

型枠に充填するモルタルの厚さを変化させる実験の因子と水準を表-2に示す。試験体の幅は200mmで一定とし、モルタル厚さは0mmから100mmまで変化させた。

表-2 モルタル厚さの実験因子と水準

実験因子	水準
空隙幅	200mm
モルタル厚さ	0mm、10mm、20mm 40mm、60mm、100mm

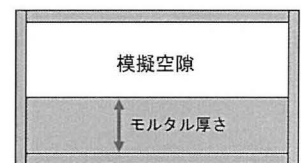


図-1 模擬空隙の変化方向

3.2.2 大きさが異なる空隙の深さに関する実験

模擬空隙の厚さは30mmとし、空隙の幅と型枠面から空隙の深さを変化させる実験の因子と水準を表-3に示す。

表-3 実験因子と水準

実験因子	水準
空隙厚さ	30mm
空隙幅	30mm、90mm
空隙深さ	0mm、10mm、20mm 40mm、60mm

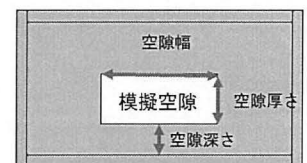


図-2 模擬空隙の配置状況

3.3 試験体概要

試験体の寸法は200mm×200mm×100mmとし、模擬空隙は発泡スチロールを用いた。型枠の内側の隅はシーリングを施した。モルタルは表-4に示すような割合とし、1バッチの練り混ぜ量を10Lとして、モルタルを打ち込んですぐに測定を行った。モルタルの材料は、普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)、豊田市産山砂(表乾密度:2.75g/cm³)、変性リグニンスルホン酸化化合物とポリカルボン酸系化合物の複合体のAE水剤を用いた。

表-4 モルタルの割合表

水セメント比(%)	質量(kg/m ³)			
	水	セメント	細骨材	AE減水剤
50	270	540	1326	1.08

3.4 測定方法

測定装置は試験体から離して電源を入れ、装置を試験体の中央部に押し当て測定値を読み取るまでを1回とし、3回繰り返して測定した。2回目以降は試験体に再度押し

当てて測定を行った。3回測定した平均値を測定値とした。なお、変動係数は1%以下でありばらつきは小さかった。

4. 実験結果

4.1 型枠単体の測定結果

3.2.2の実験の型枠(空隙幅 30mm)を例とし、型枠単体の測定結果をD値と電極間距離の関係として図-3に示す。電極間距離 25mm ではD値が大きいですが、それ以外では電極間距離が大きいとD値は小さくなる傾向がみられた。

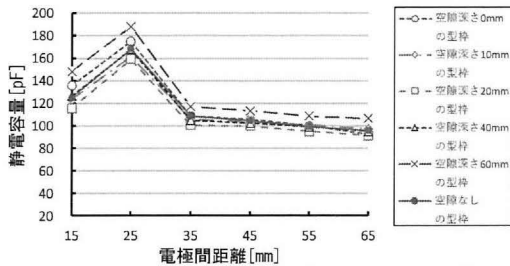


図-3 型枠単体の測定結果(電極間距離とD値の関係)

4.2 モルタル厚さと測定値(D値)の関係

モルタル打込み後に測定した値から型枠単体の測定値を差し引いた値とモルタル厚さの関係を図-4に示す。

いずれの電極間距離でもモルタル厚さが大きいとD値は大きくなる傾向がみられた。モルタル厚さ 100mm と比べるとモルタル厚さ 40mm, 60mm のD値はほぼ同じか大きい。したがって、測定装置のD値が影響を受ける範囲はモルタル厚さ 40mm 程度までといえる。型枠単体の測定とは逆に、電極間距離 25mm を除くと電極間距離が大きいほどD値は大きくなる傾向がみられた。

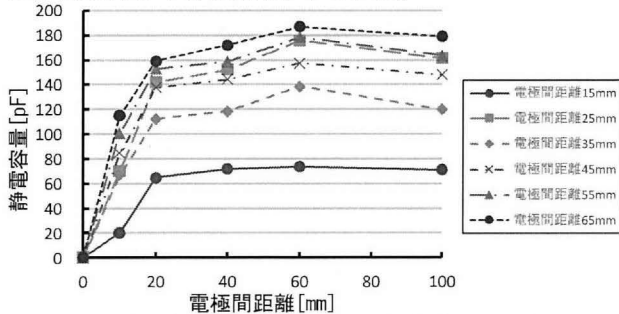


図-4 モルタル厚さと静電容量の関係

4.3 空隙深さと測定値(D値)の関係

(1) 空隙幅が 30mm の場合

空隙幅が 30mm の場合のD値と空隙深さの関係を図-5に示す。電極間距離が 15mm のとき、空隙深さが変わってもD値はほぼ同じであった。電極間距離 25mm から 45mm では、空隙深さが 0 から 10mm にかけてD値が低下した。電極間距離 55mm と 65mm では空隙深さが 0 から 20mm にかけてD値が低下した。図-4 と比べると、空隙深さとD値の関係は反対になるが、この原因は分からない。

(2) 空隙幅が 90mm の場合

空隙幅が 90mm の場合のD値と空隙深さの関係を図-6に示す。電極間距離が 15mm から 55mm では、空隙深さが 0 から 10mm にかけてD値が増加した。これは図-4に近い傾向であり、D値が空隙深さの影響を受けていることを示している。電極間距離 65mm では、空隙深さ 0 から 20mm にかけてD値が増加した。この傾向は他とは異なり、電極間距離が大きいときに空隙の深さの影響を受ける範囲が異なることを示すものと考えられる。空隙幅 30mm と 90mm とでは傾向が異なることから、空隙幅がある程度以上のときに、D値は空隙深さの影響を受けると考えられる。

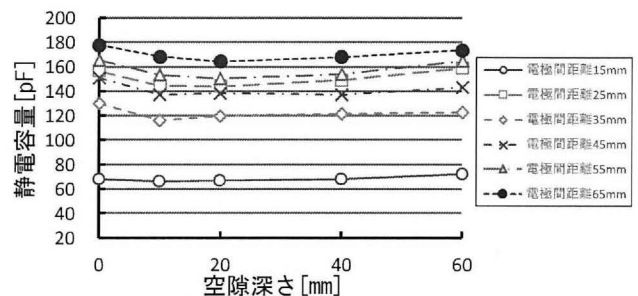


図-5 空隙深さと静電容量の関係(幅 30mm)

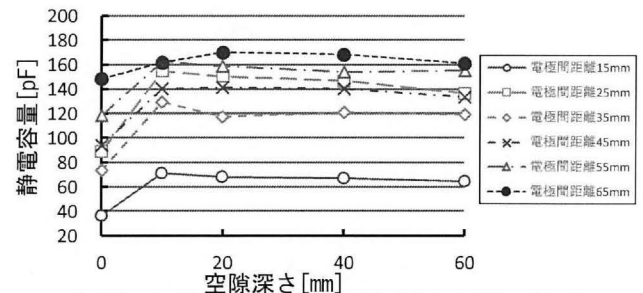


図-6 空隙深さと静電容量の関係(空隙幅 90mm)

5. まとめ

- ・型枠のみの測定の場合、電極間距離を広くすると静電容量は小さくなり、モルタルを充填した場合の測定は逆に静電容量は大きくなる。
- ・空隙の測定可能深さは空隙深さ 0mm から 40mm までの範囲である。
- ・空隙幅が小さい場合(空隙幅 30mm)では空隙の表面から少し奥の部分で空隙を検知できる。
- ・空隙幅が大きい場合(空隙幅 90mm)では表面部分の空隙を検知することができる。
- ・いずれの測定においても電極間距離 15mm から電極間距離 25mm の静電容量の増加量が最も大きい結果となった。

【謝辞】本研究は H28~H30 年度科研費(基盤研究(C)課題番号 16K06592, 研究代表者:瀬古繁喜)の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) 瀬古繁喜ほか:高周波静電容量測定装置の電極の寸法と配置が測定範囲に及ぼす影響に関する研究 その 4) 比誘電率が異なる材料における空隙の配置と周波数特性に関する実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集

*愛知工業大学大学院工学研究科博士前期課程
** 愛知工業大学・教授・博士(工学)
*** 愛知工業大学・教授・工学博士

* Graduate School of Eng., Aichi Institute of Technology
** Professor, Aichi Institute of Technology, Dr. Eng.
*** Professor, Aichi Institute of Technology, Dr. Eng.