

V-533

ジョイントグラウチングにおける充填材の電気的特性に関する基礎的研究

(株)熊谷組 土木技術部 正会員 佐藤 英明

(株)熊谷組 応用技術部 小林 博明

(株)熊谷組 研究推進部 伊藤 健生

1. はじめに

ジョイントグラウチングは、コンクリートの製造・打設設備能力の制限あるいは温度ひび割れ発生の制御対策などからブロック分割して施工されたマッシュなコンクリート構造物の一体化を図るために、ブロック間の継目にセメントミルクを充填する工法で、典型的なマスコンクリート構造物であるコンクリーダムで発展してきたものである。一方、近年の構造物の多様化、大型化に伴って建設が増加している大型橋台などのマスコンクリート構造物においても実施されているが、このような構造物ではブロック間を構造鉄筋が貫通する場合もあるなど、構造的に複雑な応力伝達を満足させる必要があり、躯体の連続性、安定性を確保し、一体化させるためのジョイントグラウチングの信頼性、確実性の向上が望まれている。

ジョイントグラウチングにおけるセメントミルクの充填性を向上させるためには、継目面での充填材の充填状況を把握しておく必要があるが、微細な隙間における充填材の測定技術は見られないのが現状である。

本研究は、充填材の電気抵抗特性に着目し、ジョイントグラウチングにおける充填材の充填状況の把握を目的とした電気探査技術の可能性についての基礎的研究を行ったものである。

2. 予備実験

導体の電気抵抗の測定における測定電源としては、直流方式と交流方式に大別できるが、前者はケーブルが長くなっても誘導障害が少ないので測定電圧を小さくできる反面、コンクリートの継目面で測定電極や鉄筋等の電蝕や被測定体の電気分解等を生じる可能性がある。

そこで、測定電源としては交流方式を用いることとし、交流電源における測定周波数および測定電圧を決定するために、図1に示す実験方法により予備試験を行った。

測定材料は工業用水(600cc: L=213mm)とし、メスシリンダの底面と水面に設置した面積16cm²(=40×40mm)の電極間の電気抵抗をLCRメータ(YHP 4274A)で測定する方法とした。なお、電極には耐蝕性に優れたSUS304を用い、0.01V、0.1V、1V、および5Vの測定電圧について実験を行った。

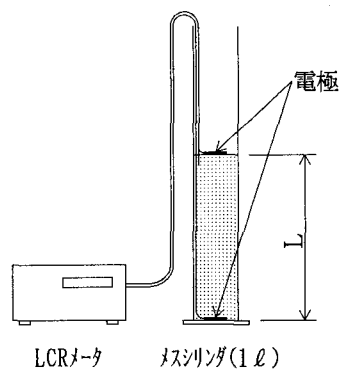


図1 実験方法

図2に、測定電圧を変化させた場合における測定周波数と水の電気抵抗値との関係の実験結果を示す。

この結果、測定周波数が低い場合は電気抵抗値のバラツキが大きく、逆に周波数を高くしていくと電気抵抗値は大きく減少していく傾向が見られた。また、測定電圧については低い場合は測定値が不安定であり、特に電圧0.01Vの場合では測定不能であった。これより、安定した測定値が得られる実用的な測定周波数としては、1kHz～4kHz、測定電圧としては1～5V程度と考えられる。一方、特定の高い周波数では測定材料のキャパシタンスやインダクタンスと共振して測定誤差が大きくな

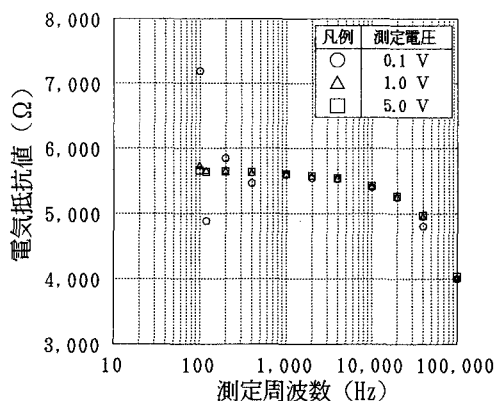


図2 測定周波数と電気抵抗値との関係(工業用水)

ることが知られているので、測定周波数は安定した測定値が得られる範囲内でできるだけ低いものとするのが良く、また実際の構造物におけるジョイントグラウチングの測定状況を考慮すると、ケーブル長は非常に長くなる可能性があるので、誘導障害を考慮すると測定電圧は高いほうが望ましいと思われる。

以上より測定電源としては、1 kHz、5 Vを標準とすることとした。

3. 基礎実験

ジョイントグラウチングにおける充填材の基礎的な電気的特性を把握するために、図1に示した実験方法により1 kHz、5 Vの交流電源を用いてセメントミルクの電気抵抗値の測定を行った。実験は、ジョイントグラウチングで一般に実施されている配合濃度について、電極間距離L（すなわち測定材料の容量）を変化させて行った。表1にセメントミルクの配合濃度を、また表2に材料容量と電極間距離Lに関する実験条件を示す。

図3に、配合濃度と電気抵抗値との関係を示す。セメントミルクの配合濃度が薄くなるにしたがって電気抵抗値は大きくなる傾向が見られ、配合濃度と電気抵抗値の間には、ほぼ直線的な比例関係があることが分かる。また、電極間距離が大きいほど電気抵抗値は増大する傾向にあることも分かる。

図4に、セメントミルクの各配合濃度における電極間距離と電気抵抗値との関係を示す。これより、電極間距離と電気抵抗値の間にも、ほぼ直線的な比例関係にあることが分かる。

また表3に、工業用水に対する測定結果とセメントミルクの配合濃度が最も薄い場合における測定結果との比較を示す。この結果、セメントミルクに比べて水（工業用水）の電気抵抗値は数十倍程大きいことが分かる。

4. まとめ

本実験結果をとりまとめて、以下に示す。

- (1) ジョイントグラウチングの充填材に対して安定した電気抵抗値を得るための測定電源としては、交流方式による1 kHz、5 Vが良いことを明らかにした。
- (2) セメントミルクと水（工業用水）の電気抵抗値は大きく異なり、またジョイントグラウチングにおける一般的な配合濃度と電気抵抗値、および電極間距離と電気抵抗値の間には、ほぼ直線的な比例関係があることを明らかにした。

以上より、継目面に電極を適切に配置し、その電極間の電気抵抗値を測定することによって、充填材の充てん状況を把握することが可能であると考えられる。

今後は、さらに研究を進め、専用のセンサーおよび測定システムの開発を行っていく予定である。

表1 測定材料の配合濃度

測定材料	配合濃度 W/C (%)
セメントミルク	100, 200, 400, 600, 800, 1000

注1)セメント：普通ポルトランドセメント。
注2)混和剤：ボゾリス GF-1700(C×1%)。

表2 電極間距離の実験条件

材料容量	電極間距離L
1,000 cc	352 mm
800 cc	284 mm
600 cc	213 mm
400 cc	143 mm
200 cc	70 mm

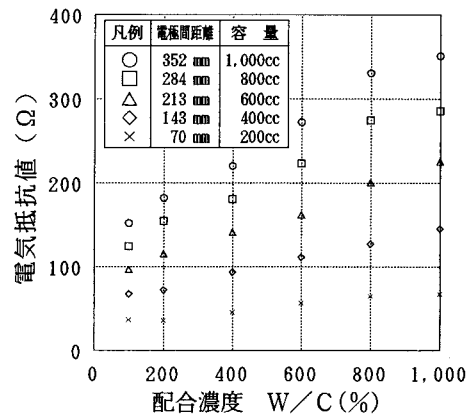


図3 配合濃度と電気抵抗値との関係

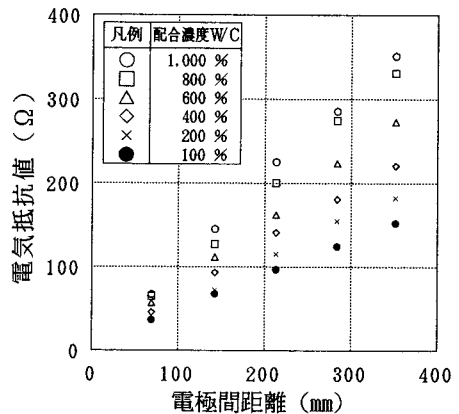


図4 電極間距離と電気抵抗値との関係

表3 測定材料と電気抵抗値（単位：Ω）

測定材料	配合濃度 W/C (%)	電極間距離L (mm)		
		70mm	213mm	352mm
工業用水	——	3,344	9,860	15,910
セメントミルク	1,000	67	225	351