

コールドジョイントの細孔構造に関する研究

九州大学工学部 学生会員 福山 幹康 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章 九州大学大学院 正会員 陶 佳宏
九州大学大学院 学生会員 相原 康平

1. はじめに

コンクリートを打ち込む際、何らかの予期せぬトラブルで打設するコンクリートの供給が遅れると、先に打ち込んだコンクリートと後から打ち込んだコンクリートが完全に一体化せずにコールドジョイントが形成されることがある。既往の研究によると、コールドジョイントが発生するとコンクリートの耐荷性能が低下し、中性化や塩分浸透等に対する耐久性能も低下するとされている¹⁾。

本研究では、コールドジョイントによる性能低下の原因として打重ね部の空隙に着目した。打重ね部ではブリーディング水やレイタンスの影響で健全部に比べ空隙が多くなり、コンクリートの弱点部となるのではないかと考えられる。そこで、打重ね部の物性を定量化することを目的として、細孔径分布を測定し、打重ね部と健全部と比較検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

本研究では、粗骨材による測定結果への影響をなくすためにモルタルを用いて実験を行った。セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³)、細骨材は海砂(密度 2.91g/cm³、吸水率 1.60%、粗粒率 2.67)を使用した。

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	S/C	W (g)	C (g)	S (g)
55	2.85	250	455	1297

モルタルの配合を表-1 に示す。W/C は 55%とし、配合決定の際、目標フロー値が 200 となるように S/C を変化させて調節した。

2.2 供試体

供試体は 4×4×16cm の縦打ちとし、供試体の中央で打ち重ねた。下層モルタルの表面処理は行わず、各層 2 層に分け突き棒で 5 回ずつ突き固め、型枠を数回軽打した。上層のモルタルを突き固める際、突き棒は下層に貫入させなかった。打込み後テーブルバイブレーターで上層、下層共に 8 秒間締め固めた。打重ねは、同時に行った凝結試験におけるプロクター貫入抵抗値が 0.015(0.5h)、0.04(1.5h)、0.07(2h)、3.5N/mm²(4h)に達した時に行った。また、打重ねを行わない一体型の供試体も作製した。供試体は各要因 3 本とし、打設後 20℃の室内で 24 時間放置した後脱型し、材齢 28 日まで 20℃で水中養生を行った。

2.3 実験方法

本実験では、水銀圧入式ポロシメーターを用いて、モルタルの細孔径分布及び細孔容積を測定した。測定用の試料は、供試体を 5mm 四方に砕いたものを 1 つの供試体につき打重ね部付近から 3 箇所(供試体の中心部と中心から上下約 5mm の所)、健全部から 2 箇所(中心から上下約 5cm の所)の合計 5 箇所から採取し、1 箇所につき約 2g とした。一体型の供試体については、中心部と中心から上下約 5cm の所から 1 箇所ずつ、合計 3 箇所から採取した。

3. 実験結果及び考察

図-1 に打重ねを行った供試体と一体型供試体の曲げ強度比とプロクター貫入抵抗値の関係を示す。一体型供試体の曲げ強度は 8.0N/mm²であった。曲げ強度比は、プロクター貫入抵抗値が 0.015N/mm²の時点ですでに 0.8 程度まで低下しており、その後も徐々に低下して 3.5N/mm²の時には約 0.6 であった。

図-2 に各供試体の全細孔容積と試料を採取した位置との関係を示す。縦軸は打重ね部の中心を 0 としてい

る。0.04、0.07、3.5N/mm²で打重ねた供試体に関しては、打重ね部付近で全細孔径容積が特に大きくなっている箇所が存在する。これは、下層モルタルのブリーディング及びレイタンスの影響であると思われる。また、中心から上5cmの所の全細孔径容積も全体的に大きくなっている。これについては、上層モルタルは一度しかバイブレーターをかけないのに対し、下層モルタルは下層、上層それぞれのモルタルを打ち込んだ際にバイブレーターをかけるため、下層モルタルの方が上層モルタルよりもよく締め固められているものと思われる。

各供試体の打重ね部における細孔径分布を図-3に示す。一体型以外の供試体に関しては、打重ね部付近の3個の試料のうち全細孔径容積が最も大きいものを打重ね部とし、一体型供試体は中心部のデータを用いた。どの供試体も試料を採取したすべての部位において、直径が0.01~0.1μm程度の細孔が多く存在している。また、0.04、0.07、3.5N/mm²で打重ねた供試体は、直径が0.1μm程度までは一体型に比べて比較的細孔容積が小さく、0.1μm以上では一体型よりも細孔容積が大きくなっていることが確認できた。しかし、その様な傾向は0.015N/mm²で打ち重ねた供試体では見られなかった。既往の研究では、突固めを行った場合コールドジョイントを発生させるブロッカー貫入抵抗値は、低いものでも0.07~0.3N/mm²の間に存在する²⁾とされているが、今回の実験のように突固めを行わなかった場合、ブロッカー貫入抵抗値が0.04N/mm²の時点で、すでにコールドジョイントが発生し始めているのではないかとと思われる。

図-4に打重ね部における直径0.1μm以上の細孔の細孔容積と曲げ強度比との関係を示す。打重ね部は図-3と同じ箇所とする。打重ねを行った供試体は全て、一体型よりも直径0.1μm以上の細孔容積が大きくなった。また、直径0.1μm以上の細孔容積と曲げ強度比の間には、曲げ強度比が低下するにつれて細孔容積が大きくなるという傾向が見られた。

4. まとめ

打重ね部では健全部に比べ、直径が0.1μm以上の細孔の割合が多い。コールドジョイントによるコンクリートの耐荷性能の低下には、打重ね部の全細孔径容積よりも0.1μm以上の細孔容積の影響が大きいと考えられる。

【参考文献】1)陶佳宏,松下博通,藤本良雄,亀澤靖:打重ねコンクリートの耐久性に関する基礎的研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.23, No.1, pp.775-780, 2001.

2)町田篤彦,北村不二夫:コンクリートの凝結試験に関する研究,セメント技術年報,Vol34, pp.195-198, 1980

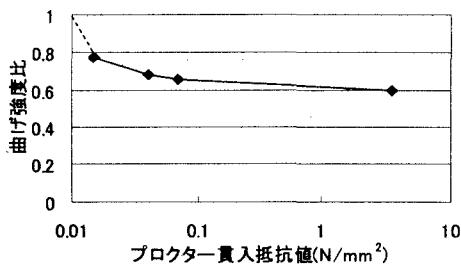


図-1 曲げ強度比と
ブロッカー貫入抵抗値の関係

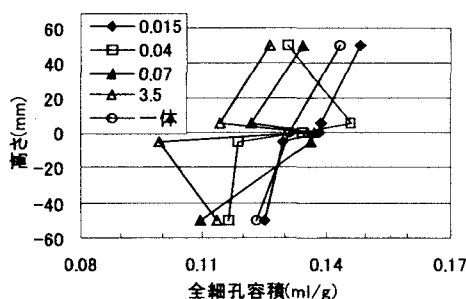


図-2 全細孔径容積

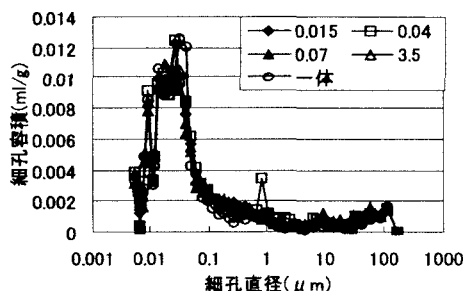


図-3 打重ね部の細孔径分布

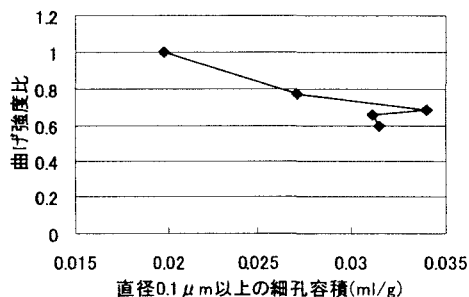


図-4 細孔径容積と曲げ強度比の関係