

打重ね面の微小硬度および細孔径分布に関する検討

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

九州大学大学院 フェロー 松下博通
(株)富士ピー・エス 正会員 藤本良雄

1. はじめに

打重ねを行なったコンクリートは、先に打設したコンクリートのブリーディングの上昇が打重ね面において阻害され、打重ね面にブリーディング水やレイタンスが堆積しやすくなり、その結果、打重ね面では健全な部分と比較して空隙が多くなると考えられる。空隙が多くなるとその部分の強度は低下し、構造体の弱点部となることが予測される。本実験では、打重ね面の性能を定量化することを目的として、細孔径分布および微小硬度を測定し、打重ね面と健全部での比較検討を行なった。

2. 実験概要

2. 1 配合および供試体

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)、細骨材は海砂(密度 2.58g/cm^3 、吸水率 1.60% 、粗粒率 2.67)、粗骨材は砕石(密度 2.91g/cm^3 、吸水率 0.70% 、最大寸法 20mm)を用いた。

配合は表-1に示すように、水セメント比 55% 、コンクリートの練り上がり温度を 20°C とし、混和剤にリグニンスルホン酸系 AE 減水剤、アルキルアリルスルホン酸系空気連行剤を使用し、スランプ $12\pm 2.5\text{cm}$ 、空気量 $4.0\pm 1.0\%$ となるように調節した。

供試体は $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱供試体を使用した。供試体作製の際は、下層コンクリートの表面処理は一切行わず、所定の打重ね間隔(プロクター貫入抵抗値が 0.015 、 0.04 、 0.07 、 3.5N/mm^2)で上層コンクリートを打ち重ねた。各層2層に分け 10 回ずつ突き棒で突き固め、型枠を木槌で数回叩いた。上層コンクリートの突固めの際は、下層まで突き棒を貫入させなかった。コンクリート打込み後 20°C の室内で 24 時間放置した後脱型し、 20°C で水中養生を行った。供試体は各要因につき 2 体作製した。

2. 2 実験概要

(1)微小硬度試験

本実験における微小硬度は、測定面にひし形のくぼみを付けたときの载荷荷重 $F(\text{N})$ と、くぼみの表面積 $S(\text{mm}^2)$ から求めたビッカース硬さ値 (HV 値) を用いた。試験片は、角柱供試体を打重ね面を中心に $\pm 5\text{cm}$ の範囲でコンクリートカッターを用いて切断し、さらに打設面と垂直な方向に 2 等分し、この面を研磨して測定面とした。測定位置は、HV 値が小さくなる点が見つかるまでは 1cm 間隔で、それ以降は $0.2\sim 0.3\text{mm}$ 間隔で測定した。なお、粗骨材のある点は避けモルタル部のみ測定した。

(2)細孔径分布測定試験

本実験では、水銀圧入式ポロシメータを用いて、モルタル部分の細孔径分布および細孔容積を測定した。試料の採取位置は、打重ねを行なった貫入抵抗値が小さい供試体では目視によって打重ね面を特定できなかったことおよび打重ね面が水平となっていないことから 5mm 間隔で 5 箇所とし、打重ね面から上下 5cm の位置から 1 箇所ずつ、合計 7 箇所から採取した。試料は 5mm 四方に砕き、 1 箇所につき 2g とした。

3. 実験結果および考察

図-1 に下層コンクリートの注水からの時間とプロクター貫入抵抗値の始発までの結果を示す。本実験において、打重ねを行なった貫入抵抗

表-1 コンクリートの配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)			
		W	C	S	G
55	44	175	318	777	1115

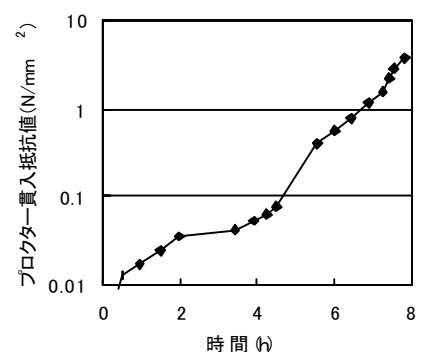


図-1 プロクター貫入抵抗試験の結果

キーワード：打重ねコンクリート、打重ね時間間隔、微小硬度、細孔径分布

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL&FAX 092-642-3271

値に達するまでの時間は、 0.015 N/mm^2 が 30 分、 0.04 N/mm^2 が 2 時間、 0.07 N/mm^2 が 4 時間、 3.5 N/mm^2 が 7.8 時間であった。

図-2 に打重ねを行なわない一体供試体と、 0.07 N/mm^2 で打ち重ねた供試体の HV と測定位置の関係を示す。一体供試体ではバラツキはあるものの HV 値はほぼ 100~120 程度であったのに対し、 0.07 N/mm^2 供試体では打重ね面近傍において HV 値が著しく小さくなる領域が存在し、最も小さい値では 60 程度であった。これは、下層コンクリートのレイタンスの堆積による脆弱層であると思われる、この領域を打重ね部とした。

表-2 にそれぞれの供試体の健全部と打重ね部の HV 値の平均値と打重ね部の幅を示す。 3.5 N/mm^2 供試体では打重ね部の幅が大きく HV 値も小さくなっているが、打重ね間隔と打重ね部の HV 値およびその幅との間に明確な関係を認めることはできなかった。しかし、打重ねを行なったいずれの供試体においても打重ね面近傍に HV 値の小さい脆弱層が認められた。

それぞれの供試体についての打重ね部の細孔径分布を図-3 に示す。一体供試体の測定値は供試体の中央部とし、打重ねを行なった供試体については 5 箇所から採取した試験片のうち最も打重ね部としての傾向が強いと思われるデータを採用した。いずれの供試体においても $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ 程度の細孔が多くなるという同様の傾向が見られたが、打重ね間隔が経過するにしたがって、 $0.1\sim 100\mu\text{m}$ の径の大きい細孔が増加し、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の径の小さな細孔が減少する結果となった。

図-4 に一体供試体、 0.04 N/mm^2 供試体および 3.5 N/mm^2 供試体の全細孔容積と測定位置の関係を示す。一体供試体や打重ね供試体の健全部と比較して、打重ね部では全細孔容積が大きく $0.16\sim 0.17\text{ ml/g}$ 程度であった。これは、微小硬度試験と同様に下層コンクリートのレイタンスの堆積による影響と思われる。

本実験では、供試体にコンクリートを用いたために微小硬度試験および細孔径分布試験ともに粗骨材を避けて測定を行なった。しかし、細骨材や骨材周りの遷移帯あるいは表面に露出していない粗骨材などの影響を受けたことにより測定値にバラツキが生じ、打重ね間隔と打重ね部の HV の値や幅、全細孔容積との関係を明確にすることが困難であった。今後、セメントペーストやモルタルで作製した供試体を用いてこれらの関係を明らかにする必要があると考えられる。

4. まとめ

本実験において、打重ねを行なった供試体の打重ね部では健全部や一体供試体と比較して HV 値が小さくなる領域が存在した。また、全細孔容積についても大きくなり、打重ね間隔が経過するにしたがって $0.1\mu\text{m}$ 以上の細孔空隙が増加する傾向にあった。これらは下層コンクリートのレイタンスに起因するものと思われる。

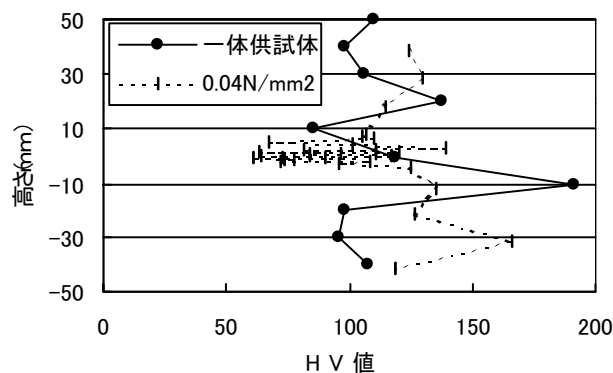


図-2 HV 値と測定位置の関係

表-2 HV 値の測定結果

ブロッカー 貫入抵抗値 (N/mm^2)	HV 値		打重ね部 の幅(mm)
	健全部	打重ね部	
0	113.46	—	—
0.015	139.05	100.14	3.19
0.04	113.57	88.47	3.28
0.07	118.87	79.55	2.49
3.5	114.04	80.51	5.43

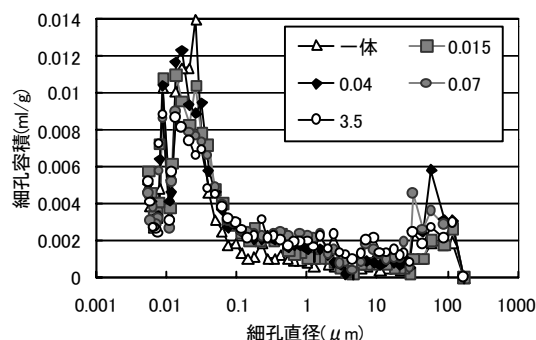


図-3 打重ね部の細孔径分布

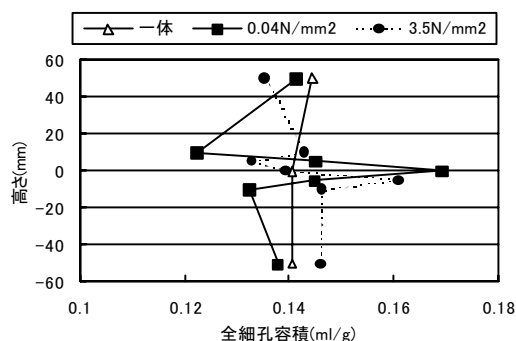


図-4 全細孔容積と測定位置の関係