

V-477

湿式吹付けコンクリートの施工条件が強度特性および空隙特性に与える影響

佐藤工業（株） 正会員 小林裕二
西松建設（株） 松浦誠司
前田建設工業（株） 正会員 赤坂雄司

東京大学生産技術研究所 正会員 西村次男
（株）大林組 田湯正孝
東京大学国際・産学共同研究センター フェロー会員 魚本健人

1. はじめに

吹付けコンクリートの品質は、ばらつきが大きくなる可能性が高く信頼性に欠けるといわれている。

その理由のひとつとして吹付けコンクリートの品質がさまざまな要因の影響を受け変化しやすいことが挙げられ、また、各要因の影響の程度や原因についてはこれまで明確にされていない。本研究では、吹付け条件をさまざまに変化させた吹付け実験¹⁾を行いそれらが施工性や品質特性である圧縮強度および空隙率に与える影響について調べた。

2. 実験概要

実験要因および水準を表-1に、実験装置の概要を図-1に示す。本実験ではベースコンクリートの配合およびコンシステンシーを表-1に示す1種類とし吹付け条件のみを変化させた。吹付け機は空気搬送方式を用い、箱型枠に吹付けを行った。2日後にコア採取を行って、材齢28日において圧縮強度・空隙率の測定を行った。比較のために吹付ける前の急結剤無しのコンクリート（以下ベースコンクリートと称す）についてもモールドにより採取し測定した。圧送性を評価する目的で、図-1に示す急結剤を混合するY字管の手前位置に圧力ゲージを取り付け圧送時における配管内部の圧力の経時変化を測定した。また、本実験とは別の実験において行ったものであるが、吹付け面での衝撃力と吹付けコンクリート硬化体内部の空隙特性との関係を調べる目的で、ひずみゲージを貼り付けた鋼板に吹付けを行った。得られたひずみから鋼板を図-2に示すような両端自由の梁と仮定し、梁に一樣に作用する分布荷重を算出した。算出した分布荷重を測定時間において平均した値を吹付け面に作用した平均の衝撃力（以下、平均衝撃力と称す）とした。

3. 実験結果および考察

3.1 圧送性状

圧送性状を評価する目的で、得られた管内圧力の測定結果より変動係数を算出し各条件ごとに図-3に示す。圧力変動の大きさつまり変動係数の大小は配管に生じる脈動状態を表すものであるが、本実験の範囲では、吹付け圧力が小さいほど、また、コ

表-1 実験要因と水準

実験要因と水準	配合条件				吹付け条件	
	スランプ (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	吹付け圧力 (Mpa)	吹付け方向 [*] (°)
吹付け圧力	12	2.0	63.4	60	0.3 0.4 0.5	0
コンクリート吐出量					0.4	4 8 10
吹付け方向					0.4	0 45 90

* 吹付け方向は水平方向を0°、斜め上向きを45°、上向きを90°とした。

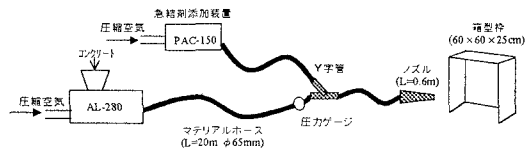


図-1 実験装置概要

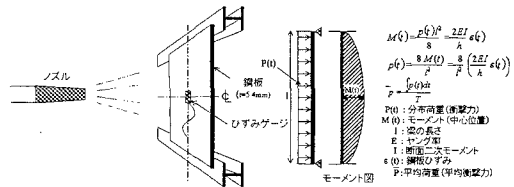


図-2 衝撃力の測定と算出方法

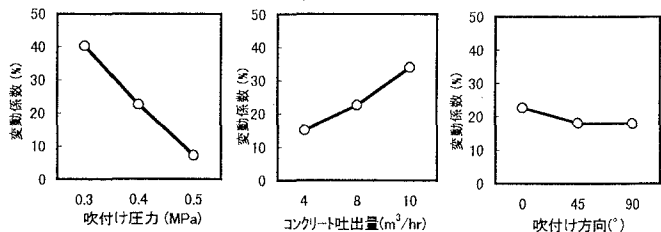


図-3 管内圧力の変動係数

キーワード：湿式吹付けコンクリート、管内圧力、衝撃力、圧縮強度、空隙率

連絡先：東京都中央区日本橋 4-12-20 佐藤工業（株）土木本部技術部門 TEL03-3661-4794 FAX03-3668-9484

ンクリート吐出量が大きいほど圧力変動が大きくなる傾向であった。

3.2 吹付け面での衝撃力と空隙率

上記に示した方法によって測定・算出した平均衝撃力の結果を各条件ごとに図-4 に示す。平均衝撃力は吹付け圧力が大きいほど大きく、吹付け方向

が上に向くほど小さい。吐出量を変化させた場合、本実験では $8\text{m}^3/\text{hr}$ とした場合が最も大きくなり最適な吐出量が存在するようである。また、平均衝撃力と吹付けコンクリート硬化体の空隙率との関係を図-5 に示す。今回測定を行った範囲では平均衝撃力と空隙率には相関関係が認められ、吹付け面への衝撃力は吹付けコンクリート硬化体中の空隙量に影響を及ぼすと考えられる。

3.3 空隙率試験および圧縮強度試験結果

材齢 28 日における空隙率試験結果および圧縮強度試験結果をベースコンクリートの結果と合わせて図-6 および図-7 に示す。一般に普通コンクリートでは水セメント比を変えずに空気量を増すと、圧縮強度は空気量 1%

当たり 4~6%減少する²⁾といわれている。本関係を吹付けコンクリートについても同様であると仮定し、吹付け面での衝撃力の大小によって生じる吹付けコンクリートの空隙率とベースコンクリートの空隙率の差から生じる強度低下の影響を取り除いて算出した強度を点線で図-7 に合わせて示した。図-7 より空隙率の差による影響を取り除いても両者の強度差は残る。一方、吹付けコンクリートの強度に影響を及ぼす要因の一つとして、吹付け時に配管に生じる脈動により急結剤等の材料の混合が不均一となり強度低下が生じたと報告³⁾され

ている。そこで、空気量の影響を取り除いた後の両者の強度差と配管圧力の変動係数との関係を図-8 に示した。両者には相関関係が認められることから、配管に生じる脈動が圧縮強度に影響を及ぼしたと考えられる。

これらは吹付けコンクリートの圧縮強度が吹付け面への衝撃力に影響を受ける空隙とコンクリートの圧送時に配管に生じる脈動によって生じる材料の混合状態の不均一性に支配されているといえる。

参考文献

- 1) 東京大学生産技術研究所：「高品質吹付けコンクリートの開発」-吹付け条件を変動させた吹付け実験-共同研究報告書，1999.3
- 2) 小林一輔：「最新コンクリート工学」，森北出版，pp.55-67，1984.2
- 3) 荒木昭俊ら：EPMA を用いた吹付けコンクリート中の急結剤濃度分布の評価，セメント・コンクリート論文集，No.52，pp.248-255，1998

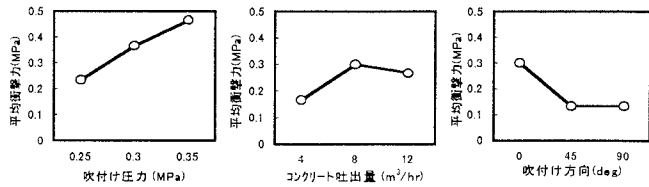


図-4 平均衝撃力測定結果

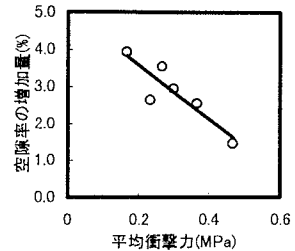


図-5 空隙率の増加量と平均衝撃力の関係

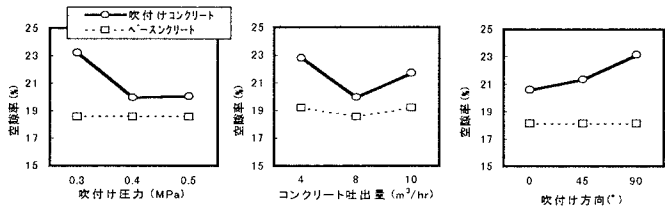


図-6 空隙率試験結果

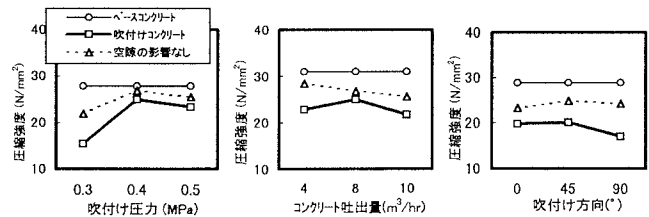


図-7 圧縮強度試験結果

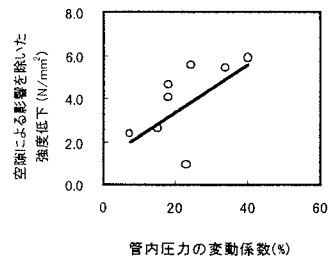


図-8 空隙による影響を除いた強度低下と管内圧力の変動係数の関係