

湿式吹付けコンクリートの衝撃力に関する実験と考察

佐藤工業(株)
(株)熊谷組
東京大学国際・産学共同研究センター

正会員 小林裕二
正会員 岡田 喬
FII-会員 魚本健人

東京大学生産技術研究所
太平洋セメント(株)

正会員 西村次男
正会員 大森啓至

1. はじめに

吹付けコンクリートは、型枠を用いることなく、施工箇所に圧縮空気を用いて施工する工法で、吹付け面での衝撃力の大小がリバウンドや粉塵および品質に影響を及ぼすことは経験的に知られている。筆者らは、前報¹⁾までに1種類のコンクリートで吹付け条件を変化させた実験において、衝撃力の大小が吹付けコンクリートの空隙に影響を及ぼすことを示した。本報では、数種類のコンクリートを用いた吹付け実験²⁾における、衝撃力と空気流量の関係を示し、フレッシュ性状との関連について考察した。

2. 実験概要

本実験では、表-1 に示すように大別すると2種類の吹付け実験を行った。No. -1 ~ -7 では混和材を添加しない2種類の配合において、吹付機の種類と配管系統を変えた設定に、空気流量のみを変化させて衝撃力の測定を行った。

一方、No. -1 ~ -14 では、結合材量を 360kg/m^3 と 450kg/m^3 とした配合の各々に対して、各種混和材種類と置換方法およびスランプと空気量を表-1 に示すように変化させて吹付けを行い衝撃力を測定した。衝撃力の測定は、中心にひずみゲージを貼付した鋼板（幅 $180\text{mm} \times$ 長さ 310mm 、厚さ 6.0mm ）に吹付け、生じる鋼板の曲げひずみを動ひずみ測定機によって 0.2msec 間隔で測定し、その平均値を算出した。¹⁾また、各種コンクリートのフレッシュ性状を評価する指標としての試みとして、練混ぜ時のミキサの油圧モーターの回転トルクを測定し、練混ぜ時間（ 80sec ）における積算負荷値を算出した。

表-1 実験ケース

No.	吹付機 配管系統 ^{注1)}	空気流量 (m^3/min)	結合材量 (kg/m^3)	混和材 種類 ^{注2)}	置換方法	置換率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	ミキサ積算負荷値 ($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}$)						
①-1	ポンプ圧送方式 配管1	9	360	-	-	-	12	2	377						
①-2		13													
①-3		11													
①-4	ポンプ圧送方式 配管1	15	450	-	-	-	21	2	358						
①-5		15													
①-6		15													
①-7	空気圧送方式 配管2	12	450	-	-	-	21	2	363						
②-1		15													
②-2		16													
②-3		14	360	SF	結合材	10	12	2	352						
②-4		9										5	316		
②-5		12										23	360		
②-6		12										12	2	371	
②-7		9								FA	結合材			392	
②-8		10			LS	細骨材			384						
②-9	空気圧送方式 配管3	11			-	-	-	21	2	321					
②-10		14								5	364				
②-11		12		450	SF	結合材	10			25	2	349			
②-12		13													
②-13		12										FA	結合材		
②-14		15						LS	細骨材					353	
②-14		11		LS	細骨材			413							

注1)配管1:ホース(20m)~Y字管+ホース(2m)+テーパーノズル 配管2:ホース(20m)~シャワー式+ホース(2m)+テーパーノズル 配管3:ホース(20m)~MEYCOノズル
注2)SF:シリカフェム FA:フライアッシュ LS:石灰石微粉末

3. 実験結果および考察

図-1 に No. -1 ~ -7 における空気流量と鋼板ひずみの関係を示す。空気流量と鋼板ひずみの相関は、吹付機の種類や配管系統および配合別に、それぞれが固有の関係にあるが、同一の吹付けシステムで、かつ、同一のコンクリートである場合には空気流量の増加に伴って鋼板ひずみが増加する傾向を示した。このことは、吹付機の種類や配管系統などのシステムやコンクリートの種類によって、吹付け面に対して必要な衝撃力を得るための空気流量も変化することを示している。

そこで、同一の吹付けシステムで、かつ、同一のコンクリートである場合には空気流量と鋼板ひずみが直線的な比例関係にあると仮定し、同じシステムでコンクリートのみを変化させた No.

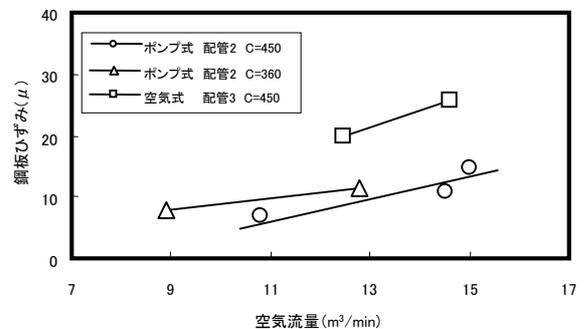


図-1 空気流量と鋼板ひずみの関係

-1 ~ -14 の結果を用いて、各配合および各フレッシュ性状での鋼板ひずみが $1\ \mu$ となる衝撃力を得るための空気

キーワード: 湿式吹付けコンクリート, 衝撃力, 空気流量, ミキサ積算負荷値

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

流量（以下、「必要単位空気流量」と称す。）をそれぞれ算出し比較した。必要単位空気流量の算出結果を図-2 に示す。絶対値は結合材量を 450kg/m³ とした方が大きい傾向にある。混和材の添加の影響を無混和の配合（No. -1, -8）を基準として比較すると、SF 結合材置換と FA 細骨材置換により必要単位空気流量は著しく増加し、とくに、結合材量 450kg/m³ とした配合での SF 添加による影響はかなり大きい。

コンクリートのフレッシュ性状の変化による影響をみると、空気量を増加することにより必要単位空気流量は減少し、また、スランプを大きくすることによっても必要単位空気流量は減少した。

以上の結果より、吹付けシステムが同一の場合であっても配合の変化だけでなく、そのフレッシュ性状の変化によって必要単位空気流量は変化することを示している。このことが、フレッシュ性状のどのような性質によるものであるかを知ることは、吹付け面での必要な衝撃力を得るための、空気流量の設定値を決定する 1 つの指標とすることができると考えられる。その試みとして、コンクリートの練混ぜ時におけるミキサの積算負荷値との相関を調べた。鋼鉄ひずみが 1 μ となる空気流量とミキサの積算負荷値との関係を図-3 に示す。結合材量の違い別に分類した場合に、それぞれが各々に正の相関関係にあるようであり、増加の割合は結合材量を 450kg/m³ とした方が大きい傾向にある。必要な空気流量の設定は、結合材量を 360kg/m³ としたコンクリートよりも、結合材量を 450kg/m³ としたコンクリートの方が、フレッシュ性状の変化の影響を敏感に受けやすいといえる。

一方、衝撃力と品質および施工性との関連を明確にするために、鋼鉄ひずみと空隙およびリバウンド率との関係を調べた。それらを、図-4、図-5 に示す。本実験の範囲では、鋼鉄ひずみの比較的大きい範囲でのデータが少ないため明確な傾向は得られなかったが、リバウンド率は鋼鉄ひずみの大きい範囲つまり衝撃力の大きい範囲で、大きくなる傾向が認められた。

4. おわりに

今後、広範囲におけるデータの収集を行うことにより衝撃力と各種吹付け性状との関係を把握し、品質や施工性等あらゆる面から最も適切な設定値をみいだすことで、吹付けコンクリートの高品質化に役立てたい。

謝 辞

本研究は東大生産技術研究所と民間企業 16 社との「高品質吹付けコンクリートの開発」共同研究の成果であり、関係各位に深く感謝致します。

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」-平成 11 年度 共同研究報告書-、2000,3
- 2) 小林裕二ら：「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」, 第 54 回年次学術講演会概要集, 1999,10

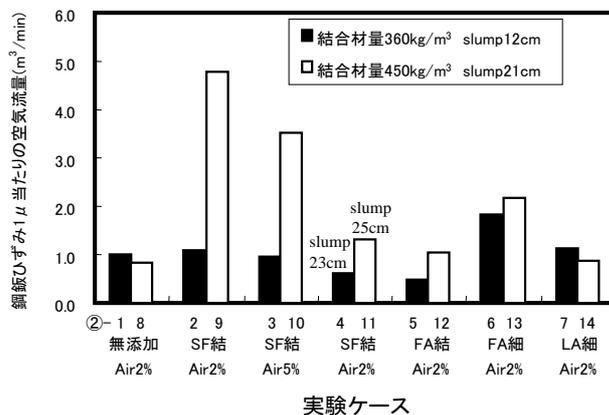


図-2 必要単位空気流量

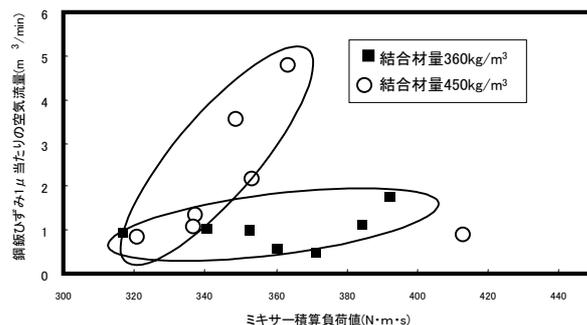


図-3 必要単位空気流量とミキサ積算負荷値の関係

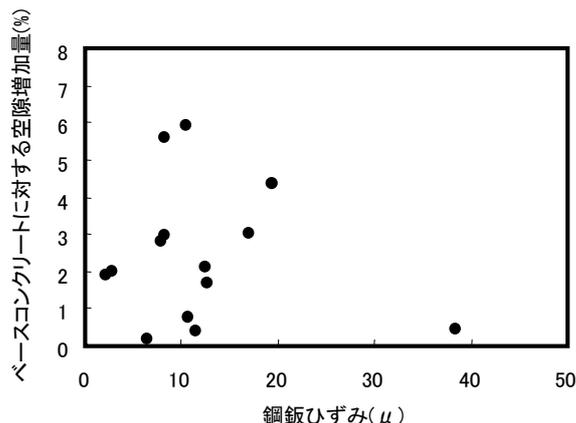


図-4 ベースコンクリートに対する空隙増加量と鋼鉄ひずみの関係

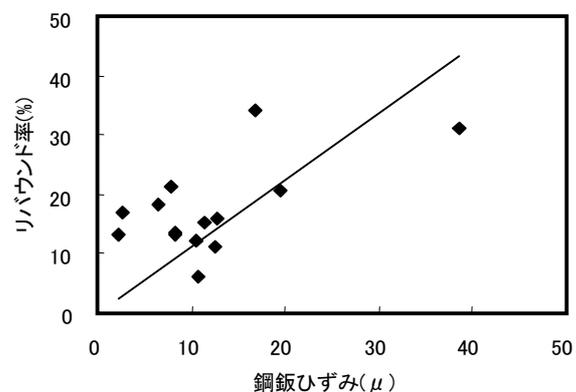


図-5 リバウンド率と鋼鉄ひずみの関係