

(株) 間組 技術研究所 正会員 竹内 恒夫

// // // 中内 博司

1. まえがき

NATM工法の普及に伴って吹付けコンクリートの物性や施工性が重要な課題となってきた。湿式吹付けコンクリート工法は乾式に比べ大容量吹付けが可能で、粉じんやはね返りが少なく、付着コンクリートの品質のバラツキが少ないなどの利点がある反面、水を加え練り上ったコンクリートのため、運搬時のスランプロスによるコンクリート圧送の困難さや、急結剤の使用量が多くなったりするなどの欠点がある。

筆者らはスクイズ方式による吹付け機を用いて、新しい湿式吹付けコンクリート工法の技術を確認すべく、一連の基礎実験を実施し、吹付けコンクリートの物性や施工性について検討を行った。

2. 実験概要

図-1に吹付けの概要を示し、表-1に実験の因子と水準を示す。

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は湯西川産川砂(FM=2.91)、粗骨材は青梅産碎石(最大骨材寸法10mm)、急結剤はセメント鉍物系を用いた。コンクリートのスランプはベースを5~19cmの範囲に、それに流動化剤を添加し16~20cmの範囲とした。流動化剤は遅延性の無いものと有るものを用いた。

吹付けには極東開発工業製のショットクリートを用いた。これはコンクリートをスクイズ式コンクリートポンプで圧送し、ノズル部で圧縮空気と定量圧送された急結剤を混合する方式である。

コンクリートが軟い場合の急結剤の増加防止として、急結剤に補助剤を添加した。

吹付けコンクリートの物性と施工性は、鉛直パネルと試験用型わくに吹付けを行い、はね返りと供試体の圧縮強度の試験を行い確認した。また、吹付けコンクリートの湧水限界については、写真-1に示すような湧水装置を用いて試験を行った。

3.1 圧送性と付着コンクリート

圧送については、流動化剤を添加したコンクリートはポンプ油圧が50~70kg/cm²で、一般の吹付けコンクリートのスランプ8±2cmの範囲でのポンプ油圧80~100kg/cm²に比べ、負荷が小さく、脈動もみられなかった。

流動化剤を添加したコンクリートのスランプは、16~20cmの範囲を示した。このような軟いコンクリートを吹付けると、急結剤の効果が遅れてコンクリートがだれたり、粗骨材が貫入してクレータ状になったりするが、今回の実験ではこのような状態はみられなかった。

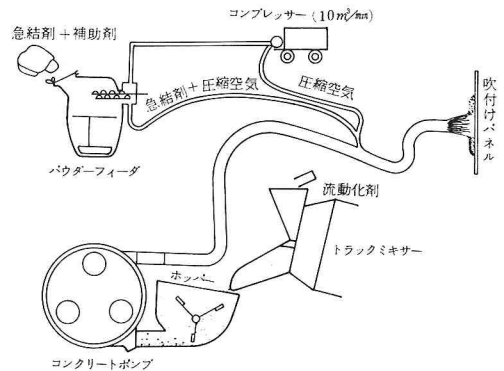


図-1 吹付けの概要

表-1 実験の因子と水準

実験の因子	水準
A: W/C (%)	50, 55
B: 単位セメント量 (kg/m ³)	340, 380
C: s/a (%)	75, 65
E: 流動化剤の種類	H, HR
D: 急結剤の添加量 (C×%)	5, 4



写真-1 湧水試験装置

3.2 はね返り率

はね返り率は図-2に示すように、単位セメント量と細骨材率が有意となった。はね返り率は15～21%を示し、乾式の30～40%に比べ今回の試験結果ではこれ以下の小さな結果を得た。これは鉛直のパネル面に吹付けたこと、吹付け面の凹凸がなく、ノズルマンの足場などが良く、条件に恵まれたことを考慮する必要がある。

はね返り率は単位セメント量 $C=380\text{kg/m}^3$ の場合が 340kg/m^3 に比べ約4%減少し、細骨材率 $s/a=75\%$ の場合で65%に比べ約6%減少した。

3.3 圧縮強度

水中養生（水温 $20\pm3^\circ\text{C}$ ）したコア供試体の圧縮強度は、材令28日で $244\sim343\text{kg/cm}^2$ の範囲にあり、これを100とした場合、材令7日の強度比は51～76、材令14日で92～95であった。

コア強度に対する要因効果を図-3に示す。この図から圧縮強度に影響を及ぼすのは、水セメント比と流動化剤の遅延性の有無であり、水セメント比55%より50%、遅延性の有るものより無いものを用いる方が有利との結果が得られた。とくに、流動化剤で遅延性のあるものの圧縮強度は材令14日までの初期強度に影響を与えるので使用にあたっては十分な注意が必要である。

また、急結剤の添加量による圧縮強度への影響は、セメント重量の4%と5%ではみられなかった。これは実験時の外気温が 25°C と高く、さらに、セメント鉱物系の急結剤を用いたためと考えられる。

3.4 湧水に対する抵抗性

吹付けコンクリートは湧水に対する抵抗性が小さい欠点がある。湧水量 10L/min の水を通したパイプからの湧水に対しては、だれやはく離もなく、良好な吹付けができた。さらに 20L/min の場合、初期の段階でコンクリートが一部流されるが、いったん付着した後は付着厚さを増して湧水個所の近傍まで吹付け施工が可能であった（写真-2参照）。

4. あとがき

実験の結果、流動化剤を用いて施工性を改善することが可能となり、湿式吹付けコンクリートのスランブスの解消と湧水のある個所への適用が可能となることが判明した。今後これらの成果を実施工に活用してゆく予定である。

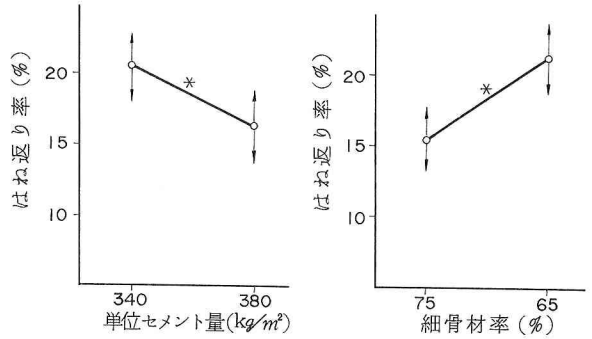


図-2 単位セメント量及び細骨材率とはね返り率

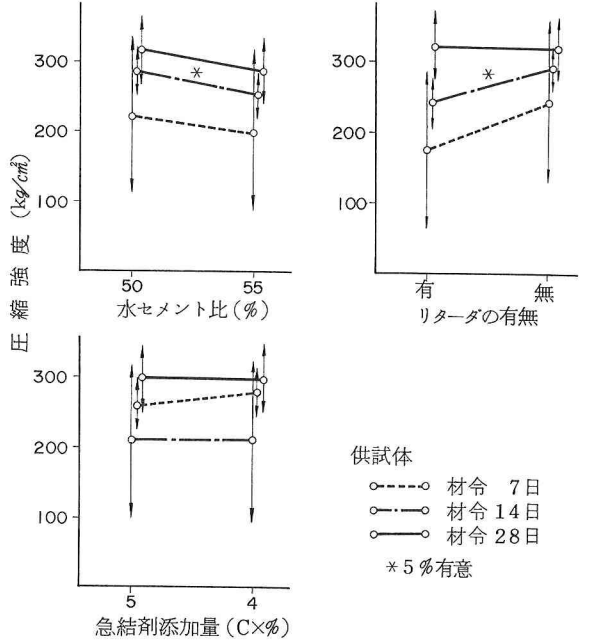


図-3 圧縮強度と各要因効果



写真-2 吹付け後の状況