

鹿島建設技術研究所 正員 ○中 原 康

鹿島建設技術研究所 正員 田 沢 雄二郎

I はじめに

近年わが国にも乾式吹付けコンクリート工法が導入され、トンネル支保工、ライニング、法面保護等に広く利用されているが使用実績のわりにはコンクリート自体の性状についての資料は少ない。これは吹付けコンクリート工法は水量調節がノズルマンに依存されていることおよびコンクリートの急結性のため再現性のある試験が簡単に行えないことによるものと考えられる。

今回、吹付けコンクリートの試験方法の検討をかねてその実情を把握する目的で一連の現場実験および室内実験を実施したので、それらのうち施工時に問題となる強度性状およびはね返りについて水セメント比の影響を主に考えた場合の実験結果について報告する。

II 実験項目および実験条件

1. 室内実験

急結剤……市販急結剤3種(S, H, Q) セメント……N社製普通ポルト、砂のF, M = 2.48

セメント凝結試験……急結剤の種類および添加量を変化させて終結時間を測定した。

モルタルによる圧縮強度試験……配合C:S = 1:3

2. 現場実験

吹付け機……アリバー300、 $G_{max} = 20mm$ 、セメント……D社製普通ポルト、砂のF, M = 2.84

水セメント比の測定……供給水量から算出

はね返り率の測定……吹付け箇所の周囲にシートを敷き、はね返り重量を測定し算出

初期圧縮強度試験……図-4に示す型わくに吹付け、直ちに成型脱型し、所定時間に試験した。

コーアによる圧縮強度試験…… $1m \times 1m \times 15cm$ のパネルに吹付け、 $\phi 10cm$ のコーアによる。

III 強度性状について

トンネル支保工として利用する場合次の三段階における強度性状が問題となると思われる。

- (i) 吹付け直後から数分間における強度……吹付けたコンクリートがはげ落ちないための強度。
- (ii) 数時間後における強度……発破による振動、衝撃により損傷を受けないための強度。
- (iii) 上記以後の強度……支保工としての強度。

これらの強度性状に影響を及ぼす急結剤の効果についての室内実験および現場実験の結果を図-1～3、表-1～2に示した。なお(iii)についてはセメント量を変化させた場合の結果についても記した。

これらの結果を検討すると(i)については現場実験を行っていないので室内実験による凝結試験の結果で得た値と参考にする以外に定量的に急結剤の性能を知る方法はないが、吹付け面の観察および供給水量の測定結果から考えるとノズルマンは急結剤の効果に応じてある程度水セメント比を変化させ得るので、室内実験で得られた同^本セメント比の試験結果は必ずしも現場での実際使用の場合と対応できるとは限らない。したがって今後適当な試験方法の開発が必要である。

(ii)については、現場実験では急結剤の性能の他に水セメント比の影響がかなり大きく、プレーンのも

のでもある程度の強度が得られている。

(iii)については枚令28日での圧縮強度は全般的に同セメント比の普通コンクリートの強度に比較した場合にかなり小さい値が得られている。また急結剤を添加したものはフレーンに比較して現場実験、室内実験結果ともかなり弱い強度となっている。セメント量を増減させた場合には、それに対応して水セメント比は変化するが圧縮強度はそれほど変化していない。

IV. はね返りについて

一般に吹付けコンクリートの品質およびはね返り率はノズルマンの技術によって大きく左右されるといわれているが、その実情を把握するために水セメント比、はね返り率、吹付け状況の観察から検討した。

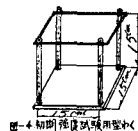
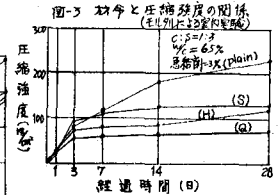
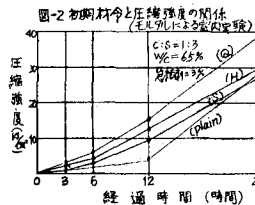
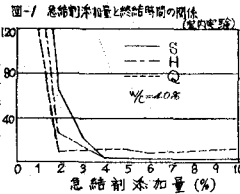


表-1 初期強度試験結果 (単位: kg/cm²)

試料	水セメント比 (%)	急結剤 (%)	初期強度 (7日)	初期強度 (28日)
S-3	34.3	5.1	55	8
H-3	33.4	5.9	55	6
Q-3	34.3	5.1	55	20
7'レ	35.9	3.8	55	11

表-2 圧縮強度試験結果 (単位: kg/cm²)

試料	水セメント比 (%)	急結剤 (%)	圧縮強度 (7日)	圧縮強度 (28日)
S-3	24.0	6.0	55	10.8
S-3	33.9	5.5	55	11.4
S-3	42.8	4.2	55	11.8
H-3	34.6	4.8	55	10.7
Q-3	33.4	5.9	55	9.9
7'レ	34.7	4.7	55	14.4

表-3 アー4脚部に吹付けコンクリートの水量

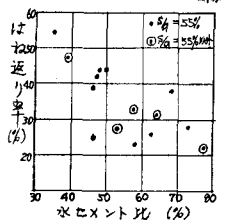
No.	アー4脚部 コンクリート量 (m³)	水量 (kg)	水量 (kg/m³)	水量 (%)
1	0.68	57	1.25	47
2	1.14	54	1.25	48
3	0.80	56	1.37	50
4	2.05	46	1.48	51
5	0.80	52	1.71	44
6	0.91	53	2.14	50
7	1.03	54	2.14	50
8	0.68	58	2.14	50
9	0.80	55	2.14	50

注: 吹付け水量は、急結剤を考慮して算出された。

表-4 はね返り率測定結果

試料	吹付け状況	はね返り率 (%)
A	40.1% 吹付け状況	—
A	40.1% 吹付け状況	—
A	37.5% 吹付け状況	—
A	35.5% 吹付け状況	—
A	18.5% 吹付け状況	—
B	40.1% 吹付け状況	—
B	28.5% 吹付け状況	—
B	18.5% 吹付け状況	—
C	25.5% 吹付け状況	—

図-5 水セメント比と吹付け状況



複線トンネルの上部半断面に吹付けコンクリートの水セメント比を表-3に示し、ノズルマンを変えた場合のアー4脚部に対するはね返り率を表-4に示す。図-5に配合条件を各種変化させた場合の水セメント比とはね返り率との関係を示す。(この測定は側壁約1㎡に吹付けて実施した。)

これらの結果より、吹付け対象物によって練りませ配合が一定であればコンクリートの水セメント比はほぼ一定の範囲内に入るようである。はね返りに関しては同一ノズルマンでもちよとした心構えの変化により大きく変動し、さらに水セメント比が小さいとはね返りは多くなり、水セメント比が大きいとはね返りは少なくなるが、あまり大きすぎるとはげ落ちの現象を生じ、結果的にははね返りが多くなる。したがってノズルマンの技術は吹付け対象物に応じてはげ落ちの生じない範囲でいかに水セメント比を大きくするかということになる。

V. むすび

今回の報告では吹付けコンクリートの性状のうち、強度およびはね返りに関して水セメント比を中心に検討したが、吹付けコンクリートの性状に影響を与える要素としては細骨材率、骨材の粒度、単位セメント量、砂の表面水等が考えられ、今後それらについて検討して行く予定である。