

V-111

エトリンガイト系混和材を添加した吹付けコンクリートの強度特性

奥村組技術開発部 正 藤田早利
 奥村組技術開発部 田中雅彦
 奥村組仙台支店 島本哲朗
 奥村組技術研究所 正 廣中哲也

1. はじめに

シングル・シェル・ライニングや超大断面トンネルの効率的な施工を目的として、高強度吹付けコンクリートの開発が行われつつある。筆者らはエトリンガイト系混和材の有効性に着目し、エトリンガイト系混和材を添加した吹付けコンクリートの試験施工を実施し、その高強度特性を把握したのでここに報告する。

2. エトリンガイト系混和材

エトリンガイト系混和材はセメント成分のカルシウム・アルミネートの水和反応によって針状結晶のエトリンガイトを生成する。この混和材を添加したコンクリートは、その水和反応により生成されるエトリンガイトがコンクリート硬化体の空隙を埋め、多量の結晶水を固定して実質的な水セメント比を低下させることによりコンクリートを高強度化させる性質を有している。そのような性質から従来、高強度コンクリートパイプや推進管などのコンクリート製品や耐摩耗性を必要とするダム、海岸河川の護岸構造物、道路などに用いられていた。これを吹付けコンクリートの高強度化を目的として用いたのが今回の実験である。

2. 配合

今回の実験に用いた高強度吹付けコンクリート配合を表-1に示す。エトリンガイト系混和材はセメント量に対して約10%とし、急結剤には、カルシウム・サルホ・アルミネート系の高強度用吹付け急結剤を用い、セメント量に対して10%添加して行った。

3. 練り混ぜ方法

表-1. 配合

G _{max} (c m)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (k g/m ³)					
			C	W	S	G	Σs	T10s
13	40	60	450	180	1048	705	50.0	45

Σs : エトリンガイト混和材

T10s : 高強度用急結剤

配合が富配合であり、ミキサーに負荷がかかりやすいため普通吹付けコンクリートのように材料を一括ミキサーに投入する方法は適していない。

エトリンガイト系混和材には適量の流動化成分が含まれているため、細骨材と同時に投入した場合、流動化成分の効果が低下しスランプダウンを生じるため図-1に示すような練り混ぜ方法を試験した。このケースではエトリンガイ系混和材を添加する前に富配合のモルタル分に粗骨材が投入されたため、ミキサーに大きな負荷を生じ定格電流量を大きく上回った。このため図-2に示す方法に変更した。図-2の方法ではミキサーの負荷も定格値におさえられ、かつスランプの経時変化を測定してもスランプダウンを90分程度防止できることが分かった。図-3にスランプの経時変化を示す。

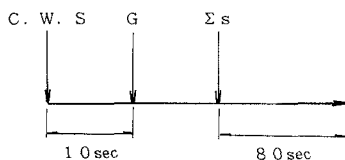


図-1. 練り混ぜ方法 (1)

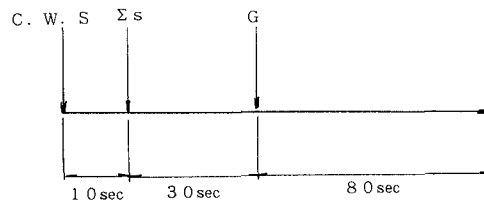


図-2. 練り混ぜ方法 (2)

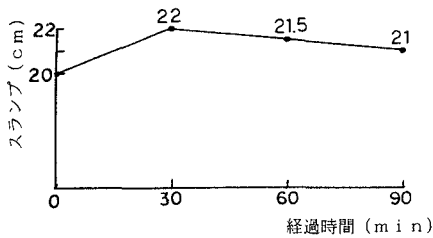


図-3. スランプ継時変化

表-2. 強度試験結果

材令	No 1	No 2	No 3	平均値
σ 1 Hr	51.4	41.1	46.2	46.2
σ 3 Hr	61.6	66.8	66.8	65.1
σ 6 Hr	92.4	92.4	82.2	89.0
σ 24 Hr	287.6	257.7	190.7	271.1
σ 7 d	572	593	581	582
σ 28 d	696	689	720	702

単位: kg/cm^2

また、材令28日の弾性係数は $300000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ に達し普通強度吹付けコンクリートの材令28日の標準的な弾性係数である $200000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ の1.5倍の高弾性係数となっている。弾性係数の試験結果を表-3に示す。

6. まとめ

- エトリンガイト系混和材を使用する場合、練り混ぜ方法により性状の差がある。
- スランプ20cmのコンクリートを用いても分離はなく強度発現は良好であった。
- 強度の発現は、著しく早く材令1時間で $50 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 近くに達する。
- 長期強度は $700 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 程度の高強度が得られる。
- 弾性係数も強度とともに高くなり普通強度吹付けコンクリートの1.5倍の値となる。

最後に本試験に協力を頂いた鉄道建設公団盛岡支社ならびに電気化学工業の各位に謝辞を記す。

【参考文献】1) 鉄道総研：NATM設計施工指針

4. 強度特性

強度試験は、材令1時間から24時間までについては、プルアウト試験によって行い、材令7日から28日についてはコア供試体を持ちいて試験を行った。試料数は各材令につき $n=3$ 個ずつとし、材令7、28日については弾性係数も測定した。

強度試験の結果を表-2と図-4に示す。

強度試験の結果、材令1時間で強度発現は $46 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ に達し初期強度の発現が著しいことを示している。

また、材令1日強度では $270 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ に達し普通強度吹付けコンクリートの2倍の強度発現であった。長期材令での強度の伸びは特に顕著であり普通強度吹付けコンクリートの2倍以上の強度を発現しており、 $700 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ の強度を達成した。

5. 弾性係数

一般に強度が高くなると、弾性係数も高くなるが、本試験結果においても、材令7日で測定した弾性係数は $270000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ の値を示し、普通強度吹付けコンクリートの材令28日の弾性係数を大きく上回っている。

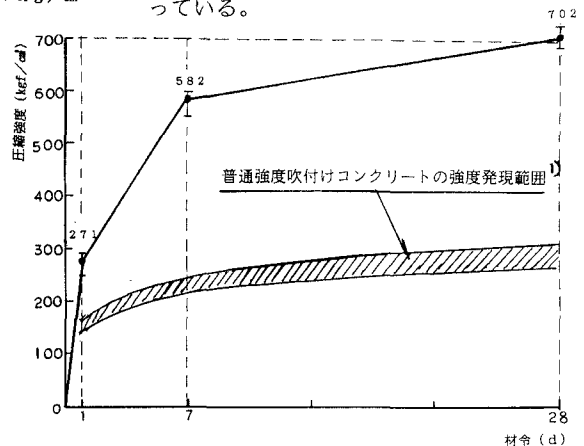


図-4. 材令強度曲線

表-3. 弾性係数

材令	No 1	No 2	No 3	平均
7日	2.73	2.85	2.88	2.82
28日	2.95	3.25	2.85	3.02

$\times 100000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$