

V-6 スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの耐久性について

法政大学 正員 小林 正 几
法政大学 学生員 ○志 村 和 紀

最近における資源・エネルギー問題を契機として、コンクリートにおいては製鉄の際に副産される高炉水砕スラグと石油火力発電所等から回収される排煙脱硫石こうとを組合わせた、いわゆるスラグ石こう系セメントについての関心が深まっているが、一般の工事に使用するためには未解明の問題点が多く残されている。本報告は、スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの耐久性、すなわち乾燥状態にさらされた場合の強度性状、凍結融解に対する抵抗性ならびに埋設鉄筋の発錆について検討を加えたものである。

試験に用いた結合材は、高炉水砕スラグ粉末、排煙脱硫石こうならびにアルカリ刺激剤としての普通ポルトランドセメントを重量比でそれぞれ79:20:1として練混ぜの際に混合したものであり、この混合比は最も大きい強度発現が得られるよう、実験的に定めたものである。スランブは 7 ± 1 cmとし、水結合材比は40%とした。なお、鉄筋の発錆試験においては水結合材比を55%としたものについても行なった。

圧縮強度試験は $\phi 10 \times 20$ cm円柱供試体を用い、JIS A 1108によって行なった。凍結融解試験はASTM C 666に示す促進水中凍結融解法によって行なった。鉄筋の発錆試験は、鉄筋コンクリート用防せい剤日本工業規格(案)を参考に、 $\phi 10 \times 20$ cm円柱供試体中にかぶりが2 cmとなるように $\phi 13$ mmみがき棒鋼を埋設して暴露試験ならびにオートクレーブ法による促進試験を行ない、取り出した棒鋼について求めた発錆面積と棒鋼の表面積との比、すなわち発錆面積率によって表した。

1. 圧縮強度性状

スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの強度性状に対する乾燥作用の悪影響について検討するため、養生方法を4種に相違させ、材令2年までの圧縮強度について試験を行なった。試験の結果は図-1に示すようであった。これによれば、20℃の水中養生を継続して行なった場合には材令の経過に伴って強度は増すが、水中養生を7日間行なった後20℃、50% R.H.の乾燥状態あるいは室内で乾燥状態にさらされたものは、いずれも材令28日以後の強度増進がほとんど認め

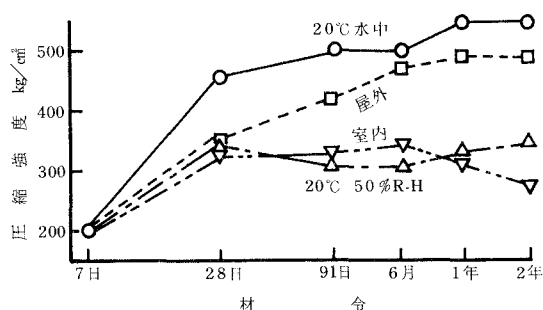


図-1 スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの圧縮強度

られず、既往の研究と類似した結果が得られた。水中養生を継続した場合の圧縮強度に対する比は、材令2年においてそれぞれ63%あるいは49%であって、相当に小さい。

一方、法政大学講内の屋外で自然条件のもとに暴露させた場合は水中養生に比べて圧縮強度の値は小さいものの、6ヶ月における強度はかなり大きく、またこれ以降で強度の低下はほとんどないことが認められた。すなわち、材令6ヶ月、1年および2年における圧縮強度はそれぞれ469 $\pm$ 、493 $\pm$ 、および482 $\pm$ であり、たとえ水分の補給が断続的であっても強度の増進にはきわめて有効なことが示された。

2. 凍結融解に対する抵抗性

スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの凍結融解に対する抵抗性について検討するため、一般に用いられているA E剤により空気量を1~11%に相違させたコンクリートについて凍結融解試験を行ない、300サイクルにおける耐久性指数を求めた。その結果は図-2に示すようであった。

これによれば、A E 剤を用いないでつくった空気量が 1 % のコンクリートの耐久性指数は 12 % に過ぎないが、空気量を増すに伴い凍結融解に対する抵抗性は増加し、空気量を 8.6 % とした場合には普通ポルトランドセメントの A E コンクリート（空気量 5.6 % ）にはいくぶん及ばないものの耐久性指数は 80 % にまで高まることが示された。このような傾向は最近の研究報告にみられる結果とおおむね一致する。しかし、コンクリートの練混ぜ方法におけるわずかな違いにより、凍結融解に対する抵抗性は著しく異なり、さらに検討を必要とするものと考えられる。さらに、空気量を著しく増加させ、11 % とした場合について試験した結果によれば、耐久性指数は 35 % に低下した。このような傾向は普通ポルトランドセメントにおいても認められることであり、この種のセメントでも、空気量を極端に高めても効果のないことが明らかにされた。なお、凍結融解サイクルの経過に伴う供試体重量の変化を測定した結果によれば、耐久性指数が 80 % となった供試体の 300 サイクルにおける重量減少率は 6.3 % であり、前記の普通ポルトランドセメントにおいて 0.3 % であったのに比べ、著しく大きいことが示された。

従って、スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの凍結融解に対する抵抗性はポルトランドセメントの場合よりもいくぶん小さいものとするのが妥当と思われる。

3. 埋設鉄筋の防錆

スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの防錆方法について検討するため、ポルトランドセメント用に開発され、市販されている防錆剤を添加した場合について実験を行なった。

まず、水結合材比を 40 % とし、結合材 300 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ につき 0, 1.5, 3.0 および 6.0 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ の 3 段階の水準で防錆剤を添加したコンクリートについて、20℃、50 % R.H. のもとで乾燥させた場合ならびに屋外に暴露させた場合について試験を行なった。試験結果によれば、防錆剤を用いないものは、材令 28 日より発錆が認められるようになり、6 ヶ月では発錆面積率は 0.1 ～ 2.0 % 程度に達した。しかし、防錆剤を用いたものは、いずれの場合も発錆は認められず、防錆効果の大きいことが示された。

さらに防錆剤の効果について詳しく検討するため、水結合材比を 55 % としたコンクリートを用いてオートクレーブ法（180℃、10 気圧、5 時間、4 サイクル）による発錆試験を行なった。試験の結果は表 - 1 のようであり、防錆剤の種類によって防錆効果は相当に異なることが認められた。従って、スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートにおいても通常の防錆剤を混用することにより、発錆を防止することは可能であるが、最適添加量についてはより広範囲の試験を行う必要があると思われる。

これらの試験範囲内では断定的なことは言い難いが、次のことが言えると思われる。

スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートは乾燥作用により、強度発現はかなり阻害されるが、材令 28 日において 300 ㎏ 程度の圧縮強度を得ることは容易であり、また屋外の自然環境下では断続的な水分の補給により相当の強度増進が期待される。なお、A E 剤を用いて空気量を増すことにより耐久性指数は十分向上し、さらには防錆剤を添加することにより埋設鉄筋の発錆もほとんど防止できると考えられるので、さらに広範囲の検討が必要ではあるが、一般のコンクリート工事に使用できる場合も少くないと思われる。

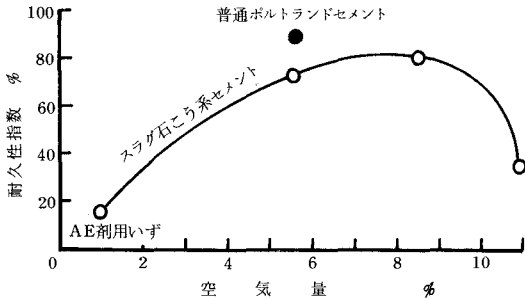


図 - 2 スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの耐久性指数

表 - 1 オートクレーブ法による発錆促進試験結果

防 錆 剤		発錆面積率 %
主 成 分	X 添加量 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
用 い ず	—	6.5 1
	0.3	1.2 0
	3.0	0.0 3
多価アルコール ニトロエステル カルジウム 塩	0.3	5.0 0
	3.0	0.3 5
オキシカルボン 酸塩	0.3	3.7 3
	3.0	0.1 1

※単位結合材量 300 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ あたりの添加量