

III-263

道路用スラグの一軸圧縮強度に関する実験的研究（その2）

明石工業高等専門学校

澤孝平

○友久誠司

1. まえがき 道路用スラグを有効利用する見地より前報¹⁾では添加剤として石灰と水砕スラグを加えた効果について追究した。その結果、供試体の強度発現は反応生成物としてエトリンガイトの生成による影響の大きいことが分かった。本報告は添加剤としてエトリンガイトの生成に関係深い石膏を加え、添加剤および養生方法に対する効果を、主として一軸強度の変化について追究したものである。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は道路用スラグHMS-25であり、製造工場の異なる試料AとBの二種類を用いた。試料Aは製造時の冷却速度が遅いため、ち密な構造である。試料Bは薄層まき出しで製造されたものであり、比較的ポーラスな部分やガラス質が多い試料である。添加剤および配合等は表-1に示すとおりである。以下、試料の配合は（石灰、水砕スラグ、石膏）の順に、試料の乾燥質量に対する百分率で表す。供試体の作製および一軸圧縮試験はJIS A 5015の方法に準じて行った。ただし、試料Bは硬化反応特性を調べるため、成形時含水比を最適含水比より2～3%多い値で成形した。なお、試料の保水性の変化を調べるため強度試験後の供試体を用いて加圧膜法によりpF試験を行った。

3. 結果と考察 (1) 添加剤による強度変化

図-1は試料Aの養生日数に対する強度変化を示したものである。これによると養生の経過に伴う強度変化の傾向は表-2に示す三つの群に分けることができる。I群は石灰、石膏を各々単味で添加したものである。強度は無添加の試料とほぼ同じ値であり、気乾およびくり返しのいずれの養生においても長期にわたる強度増加がみられない群である。II群の特徴は気乾養生では長期にわたる強度増加はないが、くり返し養生においては大きな強度増加がみられることである。この群の配合に共通する成分としては無添加の試料にも含まれている水砕スラグがあげられる。III群は石灰と石膏の配合および三種類の添加剤を併用したものであり、気乾養生で長期にわたって強度増加がみられる。しかし、くり返し養生では養生中の供試体のクラックのため強度が低下したり、供試体の自立が困難になる。以上の結果から考えると、大きな強度増加のみられたII群では、前報¹⁾で明らかなように供試体養生中の水分の存在およびアルカリ刺激により試料中の水砕スラグが潜在水硬性を発揮したものである。そして、石膏中の硫酸イオンによる効果も顕著に現れている。しかし、石灰の添加による効果は明らかでない。また、I群に示すように石灰、石膏単味の添加は反応性の高いくり返し養生においても強度は低い値となり、石灰および石膏を添加した効果はみられない。III群は反応性の低い気乾養生においても長期にわたる強度の増加がみられ、硬化反応が進んでいること

表-1 試料の配合と養生方法

試料	配合比 (%)			養生方法
	石灰	水砕スラグ	石膏	
A	0	0	0	気乾 くり返し
	2	0	0	
	0	2	0	
	0	0	2	
	2	2	0	
	2	0	2	
	0	2	2	
	2	2	2	
B	0	0	0	気乾 湿潤 くり返し パラフィン
	0	5	0	
	2	5	0	
	2	2	2	

表-2 試料の配合と長期強度

群	養生方法		配合比
	気乾	くり返し	
I	一定	一定	(2,0,0) (0,0,2)
II	一定	増加	(0,0,0) (0,2,0) (2,2,0) (0,2,2)
III	増加	—	(2,0,2) (2,2,2)

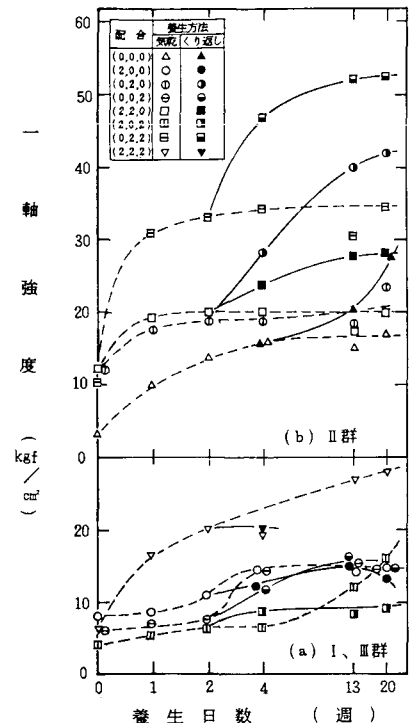


図-1 養生日数に対する強度変化（試料A）

を示している。これは反応性イオンの Ca^{2+} , Al^{3+} , SO_4^{2-} が供給されたためであり、強度発現に関係深いエトリンガイトが生成されたことをX線回折や電子顕微鏡で確認している。しかし、反応性の高いくり返し養生ではエトリンガイトの生成が特に顕著となり、その結果膨張クラックを生じている。

(2) 硬化反応特性と強度変化

図-2は試料B、配合(0,5,0)

の養生日数に対する強度変化を示している。また、図-3は各養生方法による2週間と20週間養生後の強度を示している。これらによると無添加の試料ではいずれの養生方法でも2週間強度でJIS規格に定められている12 kgf/cm²に達していないことがわかる。これは供試体成形時の含水比が最適含水比より2~3%高いためであり、反応性の低い気乾養生では20週間養生後でも強度は約9 kgf/cm²であり、強度増加はほとんどみられない。しかし、養生中に水分が供給される他の養生方法や、添加剤を加えた試料では長期にわたる強度増加がみられる。また、図-3の石灰を併用した配合(2,5,0)では初期強度が他の配合に比べ特に大きく、水砕スラグが多く存在する試料での石灰の添加効果が現れている。

図-4は試料AとBの同じ配合について比較したものである。無添加試料の気乾養生では試料AはJISに定められている強度基準を満たしており、20週間養生後には17 kgf/cm²となっている。一方、試料BはAの約60%の強度である。しかし、反応性の高いくり返し養生では試料BはAの強度に近い値となり、さらに配合(2,2,2)では気乾養生でもほぼ同じ値になっている。これは極く短期間の養生で硬化反応が進み供試体の剛度が上がったものと考えられる。これらのことは供試体が締固め不足や成形時の含水比が最適含水比より異なったものであっても、適した養生方法を採用することにより十分大きな強度が得られることを示している。

次に、強度試験後の試料の保水性について測定した結果が図-5である。これによると試料の保水性は養生方法で気乾、湿潤、くり返し、パラフィンの供試体中の水分の多い養生ほど、また、配合(0,0,0), (0,5,0), (2,5,0), (2,2,2)と添加剤の多いほど高い値となり、粒子表面の硬化反応物の生成と関係している。そして保水性の向上は反応性イオンの溶出を促進し、さらに反応効果が顕著になるものと考えられる。

4. あとがき 以上の結果次のことが分かった。(1) 強度の発現は添加剤の配合、供試体成形時の含水比および養生方法により定まる。(2) 添加剤に石膏と石灰を併用した試料ではエトリンガイトの生成が顕著であり、膨張性クラックが生じるため取扱いには注意が必要である。(3) 硬化反応生成物により試料の保水性が高くなり、さらに反応を促進する。

参考文献 1) 澤、友久: 道路用スラグの一軸圧縮強度に関する実験的研究、第20回土質工学研究発表会、pp.1601~2、1985。

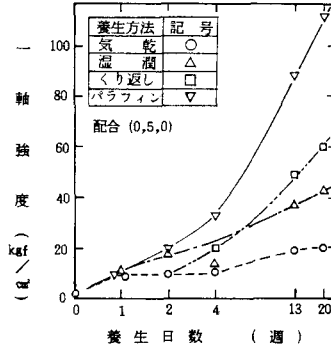


図-2 養生日数に対する強度変化 (試料B)

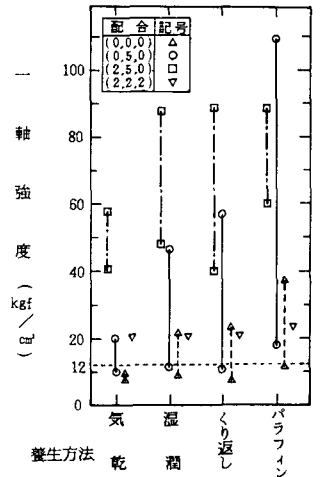


図-3 養生方法による強度変化 (試料B)
上端: 20週間養生後の強度
下端: 2週間養生後の強度
配合(2,2,2)は2週間強度

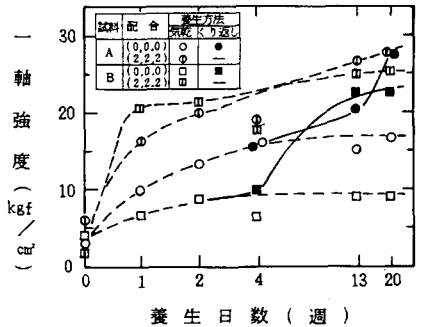


図-4 試料A, Bの強度変化

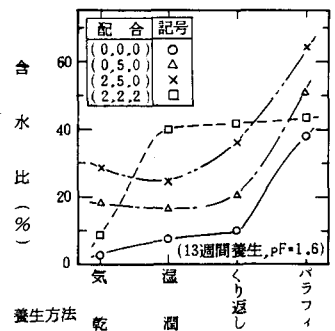


図-5 養生方法と試料の保水性