

高炉スラグ-フライアッシュ 3 成分系セメントモルタルの
圧縮強度と耐海水性に関する研究

日本大学大学院生産工学研究科 学生会員 ○竹内 寛武
三建設備工業(株) 非会員 寺嶋 天志
日本大学生産工学部 正会員 鶴澤 正美

1. 目的

高炉セメントはセメント使用量が少なく高炉スラグ（以下、BFS と略記）を利用しているため、環境負荷低減に貢献できるセメントとして広く公共工事などに使用されている。
本プロジェクトはこの高炉セメント B 種を超える環境負荷低減を実現するコンクリートの開発を目標にしたものであり、その方策として①セメント量のさらなる低減、②水和反応性のある混和材の大量使用の 2 つの方針で研究を進めている。

本研究で使用した供試体のCO₂排出量を算出し一般工事向け高炉セメント(供試体番号 1)のCO₂排出量を 100%とした際、今回検討する供試体においてCO₂排出量が最少となる配合(供試体番号 9)では、70.6%となり、供試体番号 1 と比較して約 3 割低減できる。

三成分系モルタルの開発は学術的にも重要である。すなわち潜在水硬性材料である BFS とポゾラン材であるフライアッシュ(以下 FA と略記)を混合添加してその強度増進性や水和のタイミング、つまり C-S-H を生成する材料が、セメント、BFS、FA と段階的に進むため、セメント材料科学的にも興味ある材料配合となる。

本研究は、「水中養生における三成分系モルタルの最適配合を、耐海水性試験、圧縮強度試験の結果より検討する」という目的で行った。

2. 実験概要

使用材料として、セメント(以下、C と略記)は普通ポルトランドセメント、BFS はエスメント（石膏なし）、FA (II種)を使用した。JIS R 5201 に準拠し、セメント標準砂 (S) と水道水 (W)、C に内割で BFS、FA を表-1 に示す 9 種類配合した。減水剤は使用して

いない。供試体は φ50×100 mm のスチール製円柱型枠及び 40×40×160 mm の角柱型を使用した。

2.1 混和材の配合比と耐海水性の関係

表-1 に示す供試体番号 1～9 の供試体を 4 組練り混ぜ 24 時間湿空養生で硬化した後、脱型した。4 組をそれぞれ 7, 14, 28, 91 日の水中養生を行った後、海水浸透させない面にエポキシ樹脂を塗布して人工海水中に沈め、28 日間浸透させた。その後、半分に割裂し硝酸銀を噴霧し、変色した領域の長さを測定することで、供試体への塩分浸透深さを計測した。

2.2 混和材の配合比と圧縮強度の関係

表-1 に示す供試体番号 1～9 の供試体を 4 組練り混ぜ、24 時間の湿空養生ののち、水中養生を行った。水中養生の材令はそれぞれ 7, 14, 28, 91 日とし、その後、加圧速度 1.2kN/sec で圧縮強度を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 混和材の配合比と耐海水性の関係

耐海水性においては、図-1 の養生日数 91 日のグラフより、海水浸透深さが最も短くなっているのは、

表-1 供試体の配合表

No.	C(g)	FA(g)	BFS(g)	W(g)	S(g)
1	270.0	0.0	180.0	225.0	1350.0
2	270.0	45.0	135.0		
3	270.0	90.0	90.0		
4	225.0	0.0	225.0		
5	225.0	45.0	180.0		
6	225.0	90.0	135.0		
7	180.0	0.0	270.0		
8	180.0	45.0	225.0		
9	180.0	90.0	180.0		

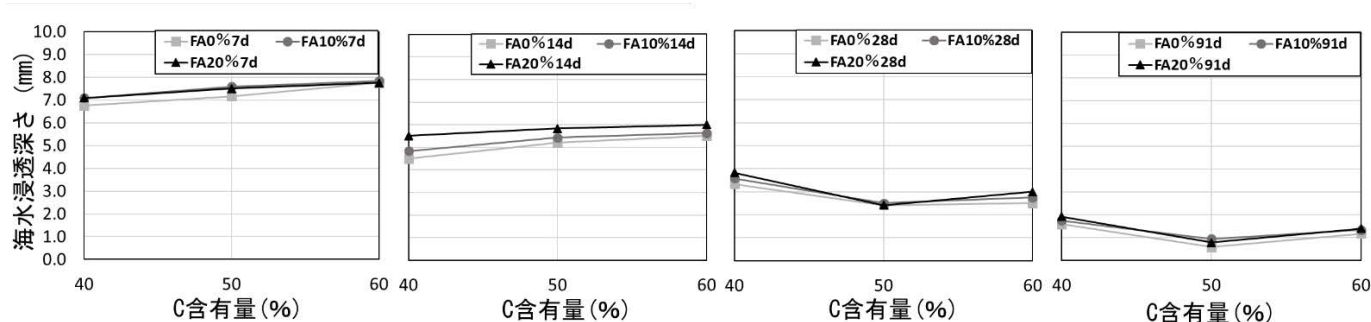


図-1 水中養生の海水浸透深さ

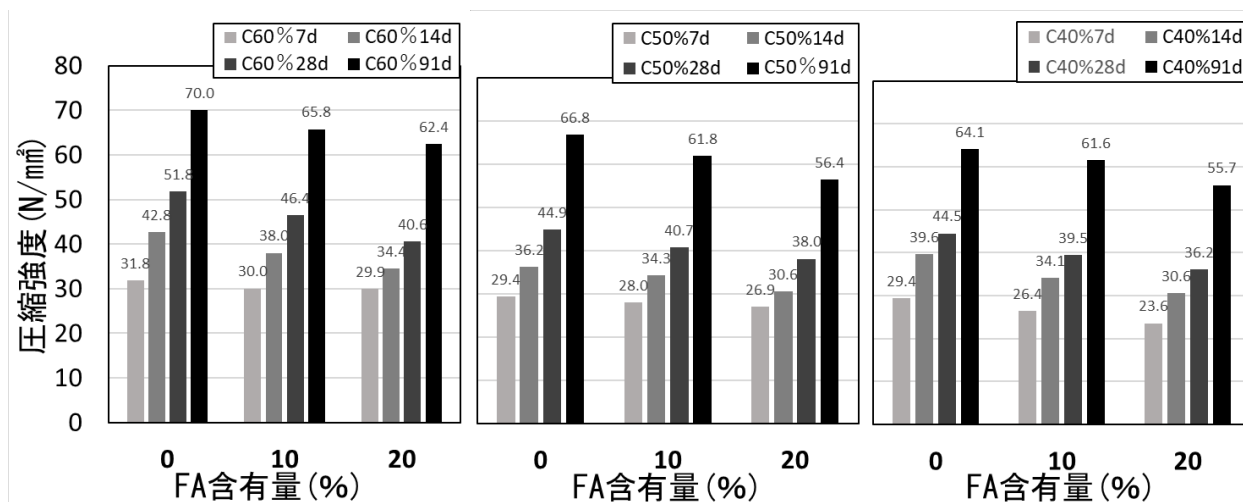


図-2 水中養生の圧縮強度

C含有量 50%である。この時、FA、BFSの含有量による浸透深さの差がほぼないことから、FAで多く置換できると考えられる。このことから、耐海水性のみ追及した場合の最適配合はC50%、FA20%、BFS30%である。留意点として、耐海水性のみに着目した最適配合は、短期材齢で出荷すると、むしろほかの配合よりも海水浸透深さが長くなるため、使用の際は十分な養生日数をかける必要がある。

3.2 混和材の配合比と圧縮強度の関係

図-2は9種の供試体についてC含有量60, 50, 40%の3水準で圧縮強度を示したグラフである。91日養生までの傾向から、CO₂排出量が最小となる供試体番号9番(C40%、FA20%、BFS40%)でも強度増進が見込めるため、圧縮強度に着目した最適養生は供試体番号9とした。

3.3 耐海水性と圧縮強度の関係

図-3は9種の供試体の圧縮強度試験、耐海水性試験結果より圧縮強度と浸透深さの関係を示したグラフである。圧縮強度の低下と共に耐海水性も低下する傾向があるが、特に圧縮強度45N/mm²を境に耐海水性

が低下する傾向にあった。今回行った2つの実験より、C含有量は50%、圧縮強度については、45N/mm²以上、好ましくは60N/mm²以上を発現できた配合とすべきと考えている。この2つの条件から最適配合は、C50%、FA10%、BFS40%と決定した。また、環境面ではこの配合のCO₂排出量は、高炉セメントB種と比べて約15%低減させることができる。

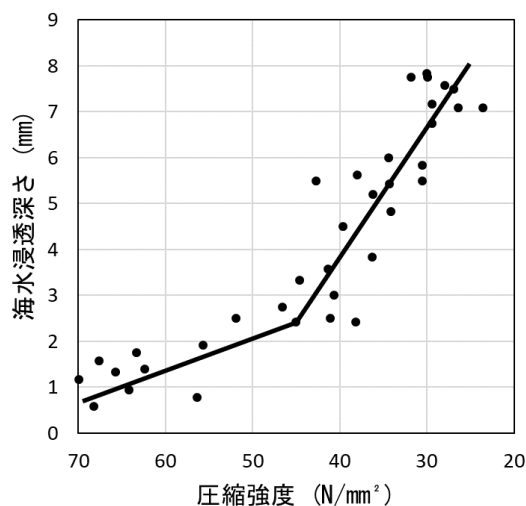


図-3 浸透深さと圧縮強度の関係