

# 産業廃棄物を混入した吹付けモルタルの研究

コンクリート研究室 岡田 大道

指導教官 丸山 久一

下村 匠

## 1. 研究の背景

第二次世界大戦後、我が国では大量生産・大量消費のもとに、急激な経済成長を遂げることができた。しかし、経済効率のみを優先し、廃棄物をいかに効率的に処分するかが考慮されていなかったため、今日の最終処分場不足を招く結果となってしまった。最終処分場の残余年数は、全国的に見てもあと数年しか残されていない。従来までは、処分場を増新設することで補っていたが、現在は社会的風潮から考えても処分場を新設することは非常に困難な状況である。

昨年度までに、桜井らにより産業廃棄物である鋳物灰と還元スラグを多量に混入したコンクリート(CAS コンクリート)が開発され、それほど高い要求性能を必要としない無筋コンクリート構造物では十分に適用可能であることが確認でき、またその研究を基に、松村らは CAS コンクリートの異形消波ブロックへの適用性を検討している。

## 2. 目的

本研究は、粉末状の産業廃棄物である還元スラグ・鋳物灰を細骨材と置換し、それらをできるだけ大量に混入して、新たな法面吹付け用モルタルとして再利用することを目的とした。

法面用吹付けモルタルは、28日強度が $15\text{N/mm}^2$ 以上とされている。また、水セメント比は60パーセント程度、初期強度は、材齢3時間強度は $1\sim 2\text{N/mm}^2$ 、24時間強度は $10\text{N/mm}^2$ の強度が得られるようにされている。

そこで、本研究は、廃棄物量はできるだけ多量に混入し、圧縮強度は28日強度で $15\text{N/mm}^2$ 以上にすることを目標とした。

## 3. CAS モルタルの種類と強度の比較

CAS モルタルの種類の中で、どのような配合が適切かを調べるため、5種類の供試体を作製し、気中養生・水中養生それぞれの28日強度を測定することにした。その5種類とは表1のとおりである。

表1. CASモルタル配合表 (単位:  $\text{kg/m}^3$ )

	水	セメント	還元スラグ	鋳物灰	細骨材
CAS200	250	400	200	200	1123
CAS300	280		300	300	858
CAS400	315		400	400	581
CAS500	340		500	500	329
CAS600	375		600	600	51

配合は、フロー値が $150\text{mm}$ となるように設計し、気中養生(気温 $20^\circ\text{C}$ 、湿度 $50\%$ )と水中養生(水温 $20^\circ\text{C}$ )を経て28日後に圧縮試験を行った。結果は図1のとおりである。

実際に吹付けモルタルとして施工されるときは、気中養生なので気中養生の結果に着目すると、すべての供試体が目標強度( $15\text{N/mm}^2$ )を上回った。しかし、CAS600は表1からもわかるとおり、細骨材の量が極めて少量であり、ほぼペースト状である。よって、AE 減水剤の効果を得ることが出来るのは

CAS500 までであると判断した。これより、CAS500 までなら吹付けモルタルで使用が可能であると考ええる。

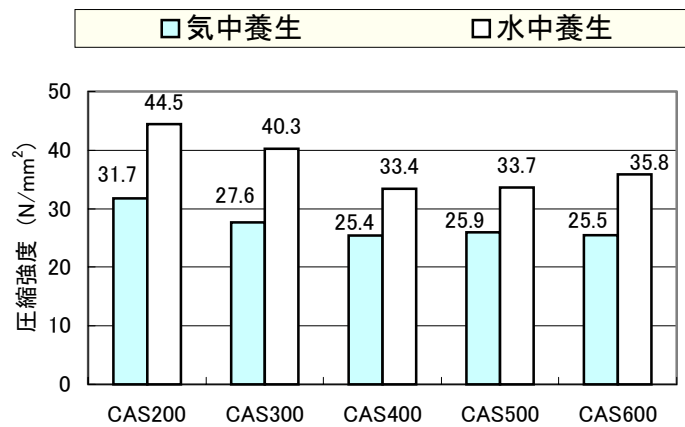


図1. CASモルタル28日強度

#### 4. CAS400・CAS500の強度の挙動

そこで、廃棄物量の多いCAS400・CAS500について、普通モルタルとは強度にどのような差が出るかを調べるため、普通モルタル・CAS400・CAS500の3種類の圧縮試験を行った。配合は表2のとおりである。

表2. 普通モルタル-CASモルタル比較 配合表

種類	水セメント比	水量	セメント量	細骨材量	スラグ量	鋳物灰量
単位	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
普通モルタル	60.0	240	400	1512	0	0
CAS400	78.5	314		578	400	400
CAS500	89.7	359		278	500	500

この配合はスランブを5±1cmの範囲になるように設計し、気中養生(気温20℃、湿度50%)と水中養生(水温20℃)を経て7日強度、28日強度、56日強度を測定し、普通モルタルの強度と比較した。気中養生の時の結果を図2に、水中養生の結果を図3に示す。

廃棄物が混入しているにも関わらず、CASモルタルは普通モルタルよりも、養生期間が長いほど強度が出現している。特に水中養生においては、強度増加が大きくなっている。

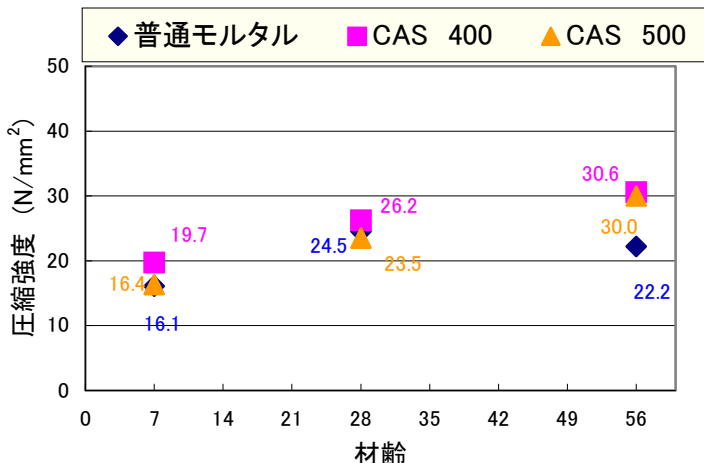


図2. 気中養生実験結果

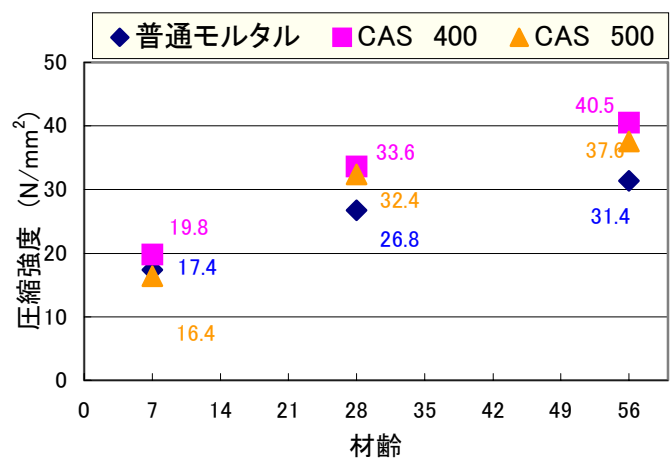


図3. 水中養生実験結果

## 5. CAS モルタルと普通モルタルの強度比較

CAS モルタルの圧縮強度は、普通モルタルの W/C ではどの程度のときにおける強度と等しいかを調べることとした。

はじめに、普通モルタルの強度－セメント水比曲線を作成するため、W/C が 50%、55%、60%、65%、70%、75% の 6 種類の配合の供試体を作製し、気中養生を経て 28 日後に圧縮強度を測定した。単位セメント量はこれまでの実験に合わせ 400kg/m<sup>3</sup> とした。表 3 にそれらの配合、図 4 に強度－C/W 曲線を示す。

表 3. 普通モルタル配合 (単位:kg/m<sup>3</sup>)

種類	水	セメント	細骨材	AE 剤	AE 減水剤
W/C=50%	200	400	1627	0.80	8.00
W/C=55%	220	400	1576	0.80	8.00
W/C=60%	240	400	1524	0.80	8.00
W/C=65%	260	400	1473	0.80	8.00
W/C=70%	280	400	1421	0.80	8.00
W/C=75%	300	400	1370	0.80	8.00

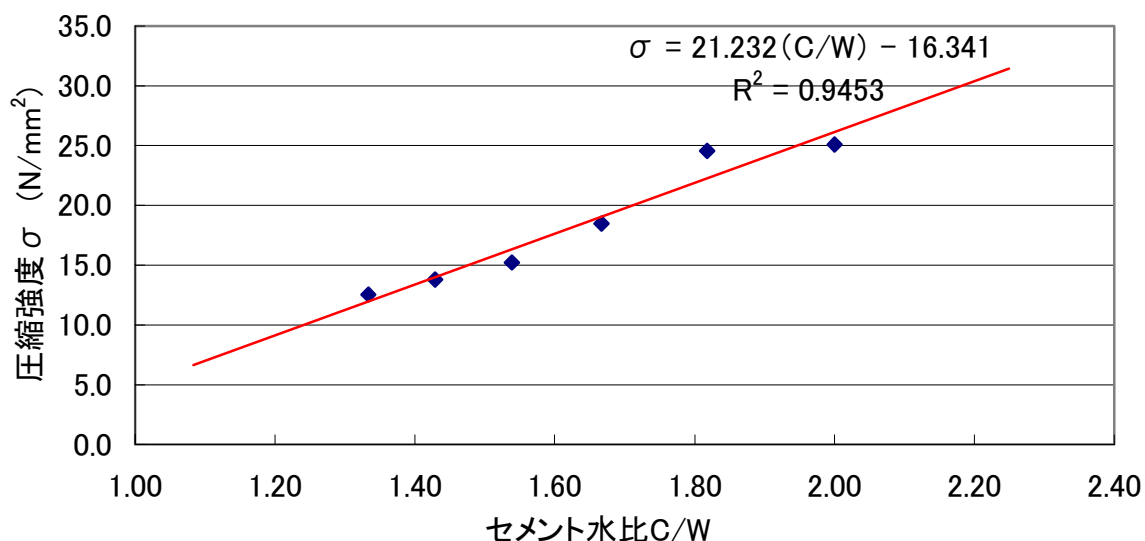


図4. 気中養生 強度－C/W曲線

図 4 における数式は、W/C=50~75%の圧縮強度をプロットした際の近似直線であり、圧縮強度  $\sigma$  とセメント水比 C/W の関係を示した式である。

この式より、CAS400・CAS500 の気中養生・28 日強度より、普通モルタルに換算すると、水セメント比がいくらになるかを検討した。

CAS400 の 28 日強度は 26.2 N/mm<sup>2</sup>、CAS500 のそれは 23.5N/mm<sup>2</sup> という結果より、普通モルタルの水セメント比に換算すると、CAS400 は、実際の水セメント比が 78.5%であったのに対し、普通モルタルに換算した W/C が 49.9%の強度に等しいことがわかった。また、CAS500 は、実際の水セメント

比が 89.7%であったのに対し、普通モルタルに換算すると、53.3%の強度と等しいことがわかった。これらのことより、CAS モルタルの実際の W/C は非常に大きい、普通モルタル W/C が 50%程度の強度と等しいことがわかった。

## 6. まとめ

粉末状の産業廃棄物である還元スラグ・鋳物灰をモルタル中に混入した CAS モルタルを、法面吹付けモルタルとして適用できるかを検討する目的で研究を行った結果、以下のような知見が得られた。

### CAS モルタルの吹付け工法への適用性

1. 吹付けモルタルに適しているのは、単位セメント量が  $400\text{kg/m}^3$  の場合、還元スラグ・鋳物灰をそれぞれ  $500\text{kg/m}^3$  混入する CAS500 までである。
2. その中において、比較的廃棄物量の大きい CAS400・CAS500 を比べると、CAS400 のほうが CAS500 と比べて強度が大きくなる傾向があった。よって、なるべく多量の廃棄物を混入した吹付けモルタルとして適用するのは、CAS400 が妥当である。
3. 有害物質の溶出が確認されなかったため、環境面においても適用可能である。

### CAS モルタルと普通モルタルとの強度の比較

1. CAS400・CAS500 は、普通モルタルよりも、養生期間が長いほど強度が発現する。
2. CAS モルタルは実際の水セメント比は 80~90%程度と非常に大きい、普通モルタル W/C の 50%程度の強度と等しい。

また、還元スラグ・鋳物灰を多量に混入したモルタル(CAS モルタル)を法面吹付け工法に適用するに当たって、以下の課題を解決する必要があると考える。

1. 実際に吹付け機を用いて、CAS モルタルが吹付け可能であるかどうかを明らかにする。
2. CAS モルタルを吹付け工法で適用して、目標強度が得られるかを明らかにする。
3. CAS モルタルの乾燥収縮特性を把握する。

## 参考文献

- 1) 中村三郎：リサイクルのしくみ，日本実業出版社，pp.20 - 21
- 2) 環境省：環境白書(平成 13 年度版)，株式会社ぎょうせい，2001.5
- 3) 土木学会：新体系土木工学 30 特殊コンクリート，1980.8