

群馬工業高等専門学校 正会員 古川 茂
 群馬工業高等専門学校 小島 昭
 アサオカ(株) 浅田俊彦

1. まえがき

合成樹脂をガラス繊維などで補強した繊維強化プラスチック(以下、FRPと称す)は、軽量で強度が高いことから、浄化槽、ユニットバスや小型船などの製品として多量に使用されている。しかし、これらが老朽化等により不用となった場合は、産業廃棄物として焼却や埋立などの方法により処理され、ほとんど再利用されていないのが現状である。特に最近では、廃棄されるFRP製品の量が非常に多いことから、再利用の方法をも含めその処理方法が問題となっている。

本研究では、モルタルの軽量化に有効と考えられるFRP廃材微粉末を、砂の一部と置き換えて用いたモルタルを作製し、モルタルの流動性、単位体積重量、曲げ強度や圧縮強度などについて検討した。

2. 実験の概要

セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。砂には、豊浦標準砂あるいはより一層の軽量化を目的として秋田産の軽量砂(比重:0.70)を用いた。FRP微粉末(比重:1.4)は、FRP廃材を微粉碎して88 μ m未満の粒径の割合が75%以上含まれるものを用いた。

また、ナフタリンスルホン酸塩系を主成分とする高性能減水剤も用いた。

使用したモルタルの配合は表-1の通りである。練りまぜは、容量が5 ℓ の通常のモルタルミキサを用い、水以外の材料を30秒間混合し、その後水を投入してから2分間練りまぜた。

寸法が40 $\times$ 40 $\times$ 160mmの供試体の作製、フロー試験および強度試験は、JIS R 5201に従って行った。供試体は、標準砂を用いた場合が材令1日で、また軽量砂を用いた場合が材令2日でそれぞれ脱型し、その後は強度試験の材令7日および28日まで水中養生を行った。

3. 結果および考察

フロー値とFRP置換率の関係を図-1に示す。標準砂を用いた場合は、図-1 a)に示すように、FRP置換率が増加するとフロー値は低下し、FRP置換率が30%以上では高性能減水剤を添加しないと、流動性はほとんど得られなかった。そして、FRP置換率を50%に増加すると、水セメント比を高くすることが必要であった。

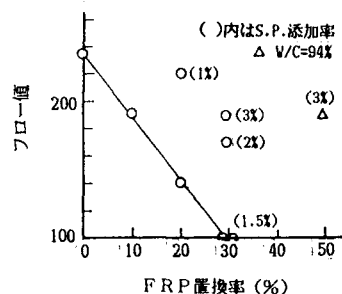
軽量砂を用いた場合は、図-1 b)に示すように、FRP置換率の増加とともにフロー値は増加している。この原因としては、FRP微粉末がボールベアリング的に作用したことが考えられるが、現在のところ詳細については不明である。

単位体積重量とFRP置換率との関係を図-2に示す。標準砂を用いた場合は、図-2 a)に示すようにFRP置換率が増加すると単位体積重量は減少している。FRP置換率が30%では、高性能減水剤を2%添加した場合が1.62t/m³、また3%添加した場合が1.52t/m³を示し、FRPで置換しないものに比べそれぞれ24%および30%減

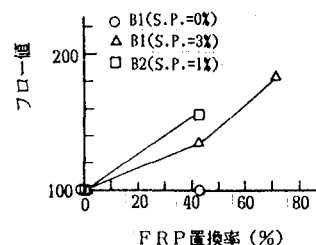
表-1 モルタルの配合

配合	W/C (%)	S/FRP* C	FRP* FRPS $\times 100$ (%)	備考
A	65	2.0	0, 10, 20, 30, 50** (1%) (1.5%, 2%, 3%) (3%)	標準砂
B1	71	0.67	0, 43, 71 (0%, 3%)	軽量砂
B2	65	0.54	0, 43 (1%)	

*FRP:FRP微粉末、** W/C=94%
 ()内は高性能減水剤(S.P.)の添加率



a) 標準砂



b) 軽量砂

図-1 フロー値とFRP置換率の関係

少している。しかしながら、水セメント比を高くし置換率を50%に増加させると、単位体積重量は置換率が30%の場合とほぼ同じ値を示し、置換率を増加させても軽量化しなかった。

図-2 b) に示す軽量砂を用いた場合は、FRP置換率が増加すると単位体積重量は増加する傾向を示している。FRPで置換しないものの単位体積重量は、いずれの配合でも 0.9t/m^3 程度であるが、配合B1で高性能減水剤を添加しない場合、および配合B2の場合には 1.0t/m^3 以上を示した。しかしながら、配合B1で高性能減水剤を3%添加すると、FRP置換率が43%までは 1.0t/m^3 程度であり、FRPの置換による単位体積重量への影響は小さい。

曲げ強度とFRP置換率との関係を図-3に示す。標準砂を用いると、図-3 a) に示すように、曲げ強度はFRP置換率が増加すると減少している。材令28日における曲げ強度は、FRP置換率が20%まではFRPで置換しないものの75%以上の値が得られた。置換率を30%に増加しても、高性能減水剤を2%添加した場合には、FRPで置換しないものの75% (45kgf/cm^2) が得られた。

図-3 b) に示す軽量砂の場合は、FRP置換率が増加しても曲げ強度は低下せず、FRP置換率が71%で3%の高性能減水剤を添加すると、材令28日における曲げ強度は 20kgf/cm^2 が得られた。曲げ強度が低下しない原因は、FRPで置換しないものは流動性が低く、供試体作製時における空気量の増加により、それ自体の強度が小さかったためと考えられる。

図-4には、圧縮強度とFRP置換率との関係を示している。標準砂の場合は、FRP置換率が増加すると、圧縮強度は図-4 a) のように少し低下する。FRP置換率が30%でも、高性能減水剤を2%添加すると、材令28日における圧縮強度は、FRPで置換しないものの86% が得られた。

軽量砂の場合は、FRP置換率が増加すると、圧縮強度は図-4 b) のように増加し、配合B1で置換率が71%の場合には、材令28日では置換しないものの約3倍の値が得られた。

4. まとめ

標準砂を用いたモルタルの場合は、FRP廃材微粉末と標準砂との置換率が30%程度までであれば、高性能減水剤を2%添加することにより、少ない強度の低下で軽量化することができる。また軽量砂を用いた場合は、FRP置換率が40%程度までであっても、強度が低下することはなく、軽量化を維持することができる。

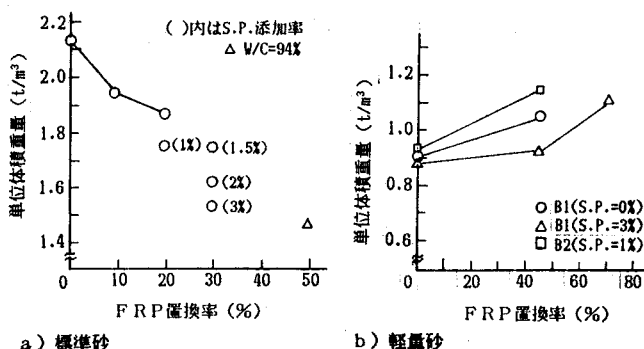


図-2 単位体積重量とFRP置換率の関係

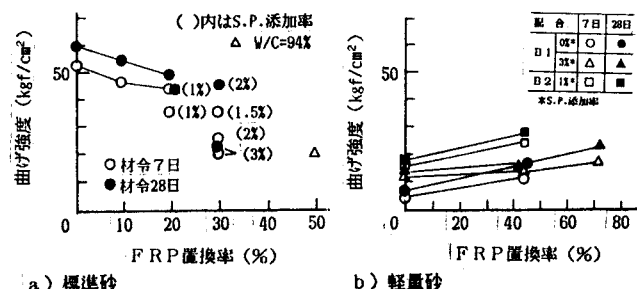
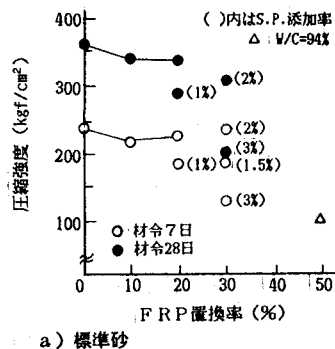
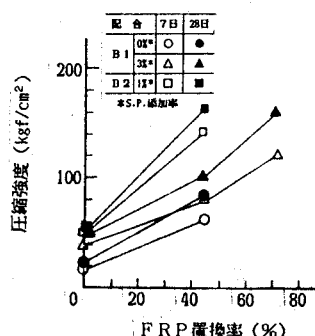


図-3 曲げ強度とFRP置換率の関係



a) 標準砂



b) 軽量砂

図-4 圧縮強度とFRP置換率の関係