

武蔵工業大学 正員 神山 光男
梶谷調査工事(株) 正員 伊藤 雅朗
(株)東京ソイルリサーチ 正員 田部井哲夫

1. まえがき

近年、銑鉄製造の副産物である水滓の潜在水硬性が注目されている。本考察では試料として荒木田、稻城砂を用い、水滓およびセメント、消石灰を添加配合し一軸圧縮試験を行ない、水滓の有する潜在水硬性ならびにセメント、消石灰の刺激剤としての効果を検討すべく実験的考察を行なった。

2. 試料

使用土の物理的ならびに水滓の化学的性質を表-1,2に示す。なお、セメントは普通ポルトランドセメント、消石灰は農業用を使用した。

3. 試験方法

供試体の作製にあたり、直径5cm高さ10cmのモールドを使用しJIS-A-1210の呼び名1・1の突固め仕事量と等しくなるように特製2.531kgランマーを用い落下高29cmで3層5回の突固め試験を行ない、配合試料をこの最適含水比に調整し上記突固め方法で供試体を作製した。供試体の養生方法はビニールで被覆し室温養生とし、水浸養生については所定の材令24時間前水浸とした。材令(0,1,7,14,28,56日)に達した後、一軸圧縮試験を行なった。配合方法は、試料土に水滓、セメントあるいは消石灰を重量比(絶乾重量)によって配合した。(表-3参照)なお、配合の種類は、表-3の水滓の種類、刺激剤の種類、配合の割合などをそれぞれ組合せた85種である。

4. 試験結果および考察

試験結果の数例を図-1~6に示す。

4.1 配合割合による比較 荒木田では、水滓、刺激剤のそれぞれの種類にかかわらず、配合割合が20%以下の場合には土のみの強度に比べて強度増加はほとんど認められず、30%以上の増分は顕著な効果が認められる(図-1参照)。この図から56日強度を比較すると20%配合で3.81kg/cm²、50%配合は39.64kg/cm²である。稻城砂においては、10%以上で強度増加が見られる(図-2参照)。上記と同様に56日強度を比較すると、5%配合で2.55kg/cm²、50%配合は120.19kg/cm²である。このように土によって有効な配合割合は異なるが、それには土の化学成分、粒度、またそれらによる水滓を最も有効に働かせる含水量の違いなど様々な相関による

表-1 試料の物理的性質

試料	比重	粒度(%)			W _L (%)	W _P (%)	W _{opt} (%)	Y _{dmax} (g/cm ³)	PH
		砂分	シルト分	粘土分					
荒木田	2.741	15.2	64.3	20.5	42.6	26.9	22.8	1.552	6.4
稻城砂	2.686	93.0	4.0	3.0	NP	NP	22.6	1.520	8.2

表-2 水滓の化学成分

成分	CaO	S	SO ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	TiO ₂
含有率(%)	38.2 ~43.4	1.1 ~1.6	0.02 ~0.035	0.3 ~0.6	32.5 ~36.3	13.5 ~15.9	3.3 ~6.8	0.7 ~1.0	0.4 ~2.9

表-3 配合種類

水 滓 の 種 類	(イ)	ブレーン値 4000 cm ² /g	
	(ロ)	ブレーン値 2700 cm ² /g	
	(ハ)	ブレーン値 1800 cm ² /g	
	(ニ)	生水滓 (粉砕せず)	
水滓と 刺激剤 の組合せ	(a)	水滓+セメント	水滓と刺激剤の割合 は、絶乾重量比で“4:1” とする。
	(b)	水滓+消石灰	
	(c)	水滓のみ	
配合割合は、a,bを基準として内割で5,10,15,20, 30,40,50%とする。なお、Cは「土：水滓」の比 をa,bと等しくする。			

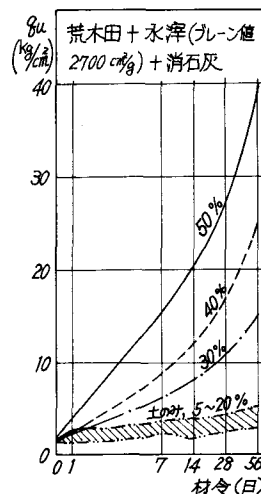


図-1 配合割合別強度

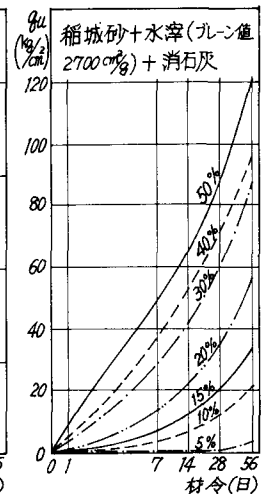


図-2 配合割合別強度

ものであろう。

4.2 水率の粉碎度による比較 荒木田、稲城砂ともに、4.1で述べた配合割合から水率のブレン値が大きくなるにしたがい、強度は増加の傾向が認められる(図-3参照)。特に稲城砂においては、ブレン値4000 cm^2/g を配合したものは強度増加が著しい。これは稲城砂が砂質系でありブレン値4000 cm^2/g は高炉セメントとほぼ同じ効果を持つため、配合試料がモルタルと似た状態になる結果と考えられる。50%配合の「稲城砂+水率+セメント」の56日強度を例にとると、ブレン値4000 cm^2/g の場合 $\sigma_u = 234 \text{ kg/cm}^2$ 、生水率で $\sigma_u = 37 \text{ kg/cm}^2$ と約6倍の強度を示す。同様に同配合割合における刺激剤を消石灰とした場合は、約17倍となる。

4.3 刺激剤の比較 刺激剤の有無により比較すると、配合割合によって多少の違いはあるが、その強度に著しい差異が認められる。これはセメント、消石灰がアルカリ刺激剤として水率に対して働き、水率が潜在水硬性を充分発揮したためと思われる。また荒木田においては、消石灰よりセメントの方が刺激剤として有効であり(図-4参照)、稲城砂の場合は、配合割合に関係なく、両者にその強度の差異はほとんど認められない(図-5参照)。

4.4 試料土による強度比較 円配合種類の荒木田と稲城砂について検討してみる。40%配合の「土+水率(ブレン値2700 cm^2/g)+消石灰」の56日強度を例にとると、荒木田は24.3 kg/cm^2 、稲城砂は95.3 kg/cm^2 (図-4,5参照)で後者は前者に比べて3.9倍(刺激剤としてセメントを用いた場合は3.4倍)の強度を示している。これは他の配合割合についても同様の傾向がある。すなわち稲城砂(砂質系)の方が安定処理の効果が著しいと言える。

4.5 水浸、非水浸の強度比較 水浸供試体については、荒木田の場合は水率の種類、配合割合などによって異なるが、全般的に非水浸に比べて2~5割の強度低下が見られ(図-6参照)、稲城砂についてはほとんど強度低下の差異は認められない。

5. 結論

荒木田、稲城砂について配合種類による適応性を考察した結果、ある配合種類においての有効性を見出すことができた。刺激剤としては、土によってセメント、消石灰両者の効用は様々であるが、本実験ではセメントが有効であったが、消石灰の有効性も見逃すことはできない。以上のように水率による安定処理は、適当な配合割合においてはセメント、消石灰をアルカリ刺激剤として添加することにより、その潜在水硬性を発揮させ有効であることを確認した。

最後に、本研究に際して、水率の提供に便宜をはかってくださった小玉克己助教授、実験指導の目黒栄治技士協同研究のグループである伊藤文博(㈱伊田組)、稲沢達也(古久根建設㈱)、井上総一郎(㈱地崎工業)の諸君に謝意を表します。

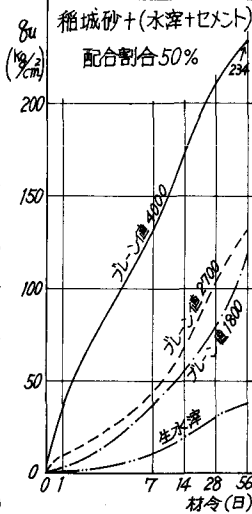


図-3 水率の粉碎度別強度

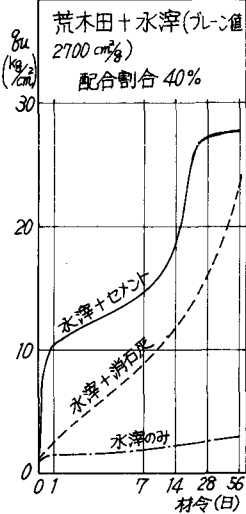


図-4 刺激剤別強度

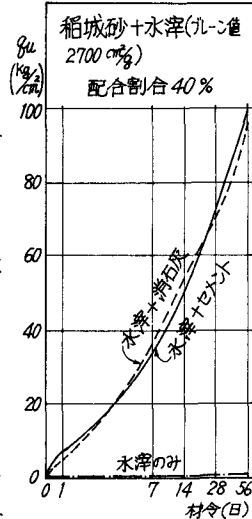


図-5 刺激剤別強度

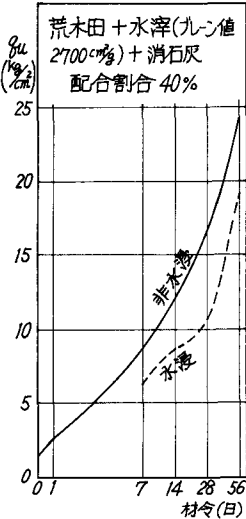


図-6 水浸・非水浸の強度