

報告 風化花崗岩を細骨材としたコンクリート

矢原 隆*¹・和崎 正令*²・梅田俊夫*³

要旨：風化花崗岩（以下マサ土と称す）の物性は、風化の度合いによって変動がある。

「マサ土」の脆弱部分を遠心破碎装置を用い粉碎することにより、概ね均一な品質のマサ土を製造することが可能となった。単位水量の増加は、アミノ酸系を主成分とした高性能AE減水剤標準形（以下、高性能AE減水剤と称す）を使用することにより単位水量の減水を図り、ワーパビリティ等を改善した。また、コンクリートに使用するマサ土の使用範囲は、土壌硬度27mm以上であれば通常のコンクリートと同程度の性状を発現した。

キーワード：コンクリート，細骨材，風化花崗岩（マサ土），遠心破碎装置

1. はじめに

中国地方のコンクリート用細骨材は、海砂の枯渇及び品質の劣化等からマサ土を使って製造する山砂や、碎石を粉碎した碎砂にシフトされている。しかし、山砂や碎砂の製造にも問題がある。例えば、年間300万m³程度製造する山砂では、マサ土を粉碎・洗浄する際に粘性土が発生し、処理の方法（埋立・投棄）によっては環境への悪影響等新たな問題を提起している。本報告は、マサ土のコンクリート用細骨材としての適性について述べ、マサ土を細骨材としたコンクリートの開発について報告する。

2. 風化花崗岩「マサ土」の性質について

本調査は、中国地方に広く分布しコンクリート用細骨材として製造されている、広島・因美花崗岩類を母岩とするマサ土について検討を行った。

今迄行った試験の結果、マサ土をコンクリート用骨材として使用する問題として、次の3点を把握している。

- ①風化作用を受け、粘土化及び脆弱化したものが混ざる。
- ②風化の度合いによって性状が異なる。
- ③吸水性が高く、洗い損失量が多い。

2.1 マサ土の主要性質

試験は、採取する場所、整粒処理前と整粒処理する事で脆弱化した部分を粉碎したマサ土及び普通砂（海砂）の6試料について比較を行った。結果は表-1のとおりである。

(1) 比重・吸水率

整粒処理前の比重は、各試料とも規格値を満足出来ず、差もほとんど認められない。

しかし、整粒処理後は、大幅な改善が認められ、風化の進んでいないDH（注1）は普通砂より良い値を示した。

(2) 微粒分

洗い試験によって失われる量は、概して風化が進んでいる試料ほど大きな値を示し、整粒処理

※1 建設省 中国技術事務所 材料試験課課長（正会員） ※2 同係長 ※3 同課員

後の試料は、粒度が細くなっているため、当然大きな値を示した。

(3) 有機不純物

5 試料とも標準色より薄く、普通砂と比較してもそんな色はない。

(4) 安定性

いずれの試料も規格値を満足するが普通砂より数倍の高い値を示した。しかし整粒処理を行う事により大幅な改善がみとめられ、特にDHについては普通砂とそんな色のない値を示した。

以上の結果、次の3点が判断できる。

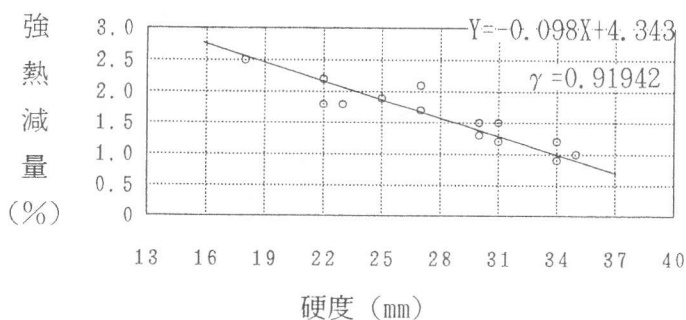
- ・「マサ土」を整粒加工することで「普通砂」に近い性状の細骨材がえられる。
- ・「マサ土」は、風化の度合いにより性状の差が大きい。
- ・微粒分が多い。

表-1 骨材性状試験結果

骨材の種類	試験法	普通砂 (海砂)	マサ土 (岩盤区分) 注) 1				
			D L		D M		D H
			処理後	処理前	処理後	処理前	処理後
絶乾比重	JIS A 1109	2.46	2.42	2.42	2.48	2.44	2.48
表乾比重	JIS A 1109	2.51	2.49	2.49	2.53	2.51	2.52
吸水率 (%)	JIS A 1109	1.82	2.88	2.88	2.21	2.82	1.50
洗い試験 (%)	JIS A 1103	2.2	10.6	6.6	9.5	7.4	13.1
単位容積質量(kg/ℓ)	JIS A 1104	1.52	1.56	1.49	1.52	1.48	1.52
粒形判定実績率 (%)	JIS A 1104	56.0	56.6	53.8	54.8	52.0	56.0
有機不純物	JIS A 1105	標準色より 薄い	標準色より 薄い	標準色より 薄い	標準色より 薄い	標準色より 薄い	標準色より 薄い
安定性 (%)	JIS A 1122	3.1	8.6	7.1	5.7	9.6	3.1
強熱減量 (%)	JSFT 6-68	4.4	1.8	1.4	1.4	1.4	1.1

2.2 マサ土の風化度

物理試験の結果、マサ土の風化の程度により大きな差があり、全てのマサ土を細骨材として使用することは難しい。そのため風化の程度を数値的に判断するために強熱減量と土壤硬度試験(注2)を行った。その結果、風化の進んでいないマサ土ほどシルト分が少なく、強熱減量も良好な値を示し、強熱減量と土壤硬度に強い相関がみられた。



岩盤区分と土壤硬度 注) 1

- DL 18 ~ 27 mm
- DM 28 ~ 32 mm
- DH 34 ~ 35 mm

図-1 硬度と強熱減量との関係

3. フレッシュコンクリートの性状

平成6年度に実施したフレッシュ性状試験の結果では、一般に使用しているAE減水剤標準形を用いても普通骨材使用配合まで単位水量を引下げ難く、所要のコンシステンシーが確保できない。このため平成7年度の試験では、高性能AE減水剤を使用することにより、単位水量の減少とワーカビリティの改善を図った。

使用材料（マサ土）の風化区分及び物性値と、水セメント比55%コンクリート配合について表-2に示す。なお、性状試験はJISの試験方法で行った。

表-2 風化区分及び物性値とコンクリート配合（代表例；水セメント比55%配合）

配合記号	細骨材の種類	風化区分	土壌硬度 (mm)	強熱減量 (%)	処理方法	配 合							
						S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				AD注)3 (ℓ)	AE注)4 (ml)	空気量 (%)
							W	N	S	G			
S	普通砂 (海砂)			—	—	45	200	364	734	969	0.91	0.000	4.3
A	マ サ 土	DL	18	2.6	整 粒 処 理 済	40	235	427	599	966	8.54	8.540	4.0
B		DL	27	1.0		46	195	355	768	964	6.39	3.550	4.4
C		DL	23	2.4		43	210	382	675	980	7.45	3.820	4.4
D		DM	30	1.6		44	193	351	740	1002	5.27	3.510	4.0
E		DH	35	0.9		45	193	351	764	986	4.74	7.020	4.5
X		DL	23	2.3	無 処 理	44	214	389	680	953	7.78	3.890	3.8
Z		DM	30	1.7		44	193	351	734	1002	4.74	3.510	4.6

3.1 スランプ及び空気量

スランプの経時変化は、処理方法の違うX・Zを除くA～Dは普通砂と同じ傾向を示したが、風化の進んでいないEが進んでいる試料に比べスランプ低下量が大きい値（図-2）を示した。これは、高性能AE減水剤の使用量及び、組み合わせに起因するものと考えられる。空気量は基準配合（S）と同様の数値、傾向（表-2）を示した。

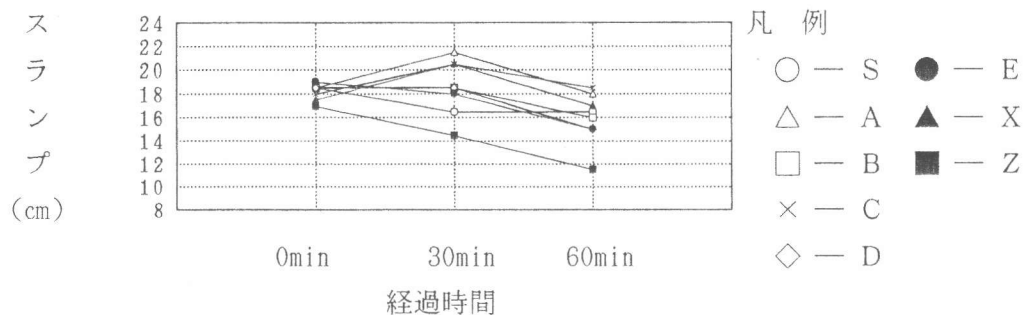


図-2 スランプの経時変化

3.2 凝結（プロクター貫入抵抗）試験

一般的に、高性能AE減水剤を使用したコンクリートの凝結時間は、AE減水剤標準形を使用したコンクリートに比べて、始発・終結とも約30分から60分程度遅れる傾向である。

しかし、いずれの配合においても凝結の始発・終結ともに基準配合（S）に比べ始発で約50分・終結で90分早い結果となった。

3.3 ブリーディング試験

混和剤を使用し単位水量を減少することにより、ブリーディング量 $0.10\text{cm}^3/\text{cm}^2$ を下回る結果となった。要因としては、マサ土に含まれる微粒分が分散され、保水性を高めたものと考えられる。

3.4 単位水量と風化度の関係

所要のコンシステンシーにおける単位水量と風化度の関係を、水セメント比4ケース (W/C 63%, 55%, 45%, 35%) について、図-3に示す。

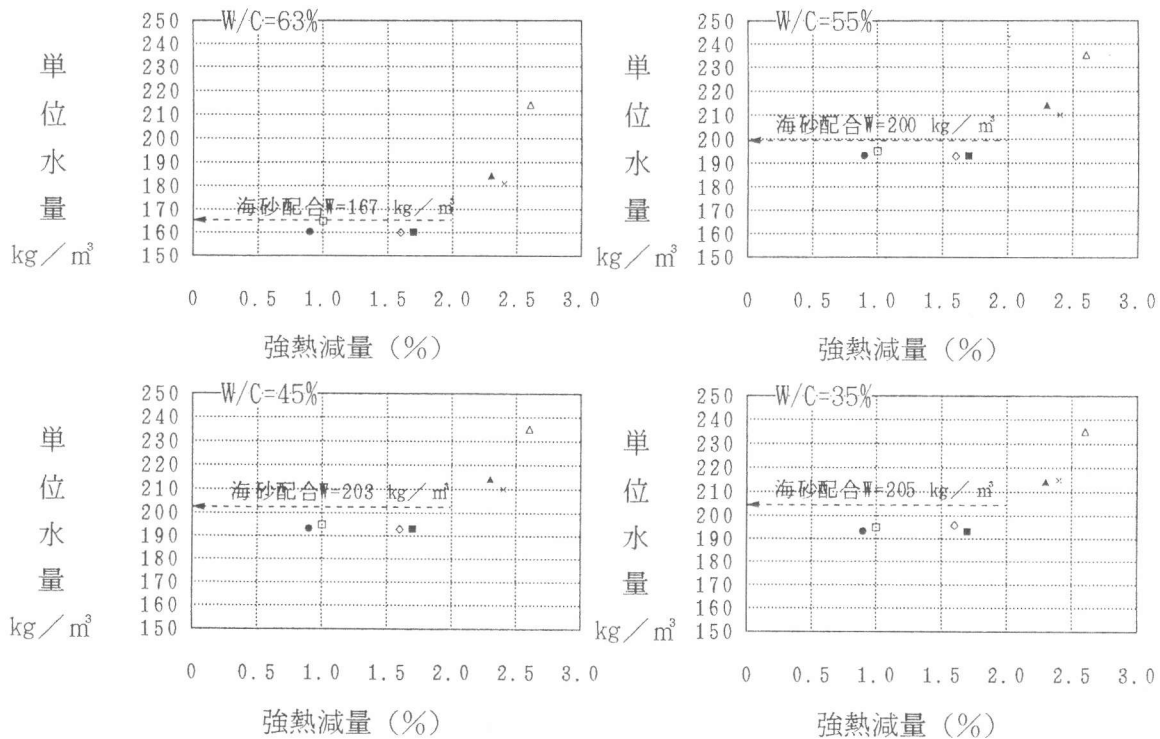


図-3 各水セメント比における強熱減量と単位水量との関係

マサ土を細骨材とするコンクリートの性状は、マサ土の風化度により大きく左右される。また、風化の進んでいるマサ土程吸水量も大きくなる傾向がある。強熱減量と単位水量の関係を調査した結果、強熱減量が大きくなるに従って単位水量が多くなることが判明した。また、強熱減量が高い試料は、高性能AE剤の添加量も多くなり標準使用量1.5%を大きく越えて使用しなければ所定のコンシステンシーを得ることができなかった。また、強熱減量が約1.7%を境に単位水量・混和剤の添加量が増加した。

この結果次のことがいえる。

- ・マサ土の単位水量は、風化度（強熱減量）が高いほど多くなる。
- ・風化度（強熱減量）の高い試料ほど混和剤の添加量が多くなる。

4. 硬化コンクリートの性状

4.1 圧縮強度

水セメント比 (63%, 55%, 45%, 35%) における材齢と圧縮強度との関係を図-4に示す。

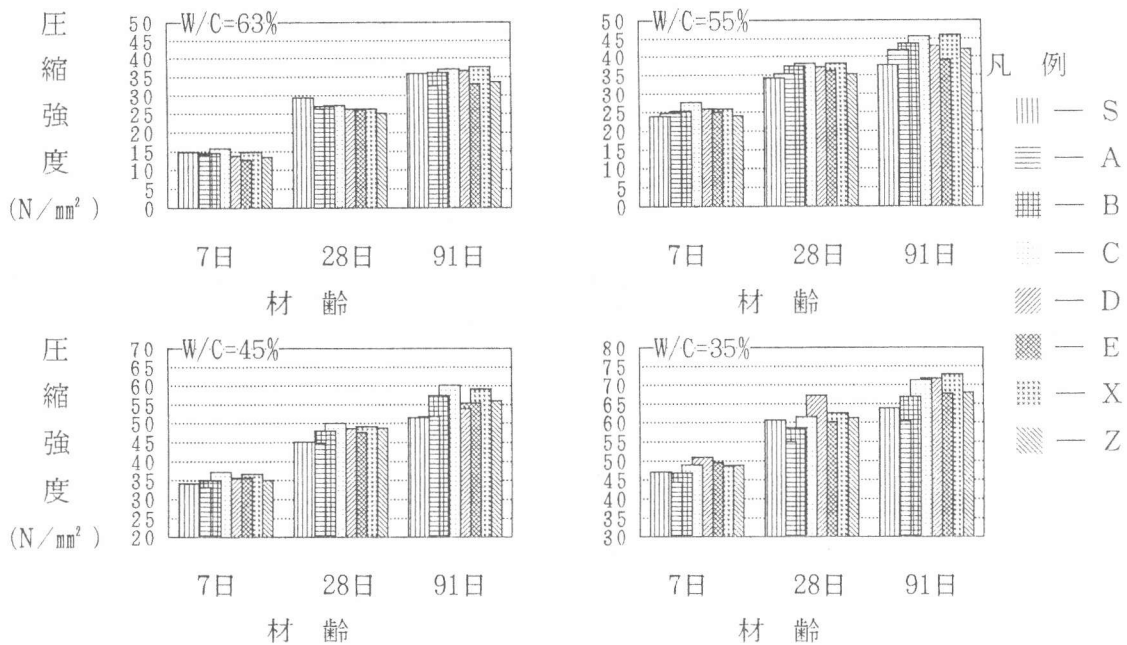


図-4 各水セメント比における材齢と圧縮強度との関係

マサ土の風化度の違いによる圧縮強度への影響は、 $W/C=35\%$ で風化の進んでいるAが低くなっている。水セメント比別に一定の傾向は示していない。圧縮強度の変動は、 $W/C=63\%$ が最も小さく、富配合の $W/C=35\%$ になると、大きくなっている。事前に整粒処理を加えた試料は、風化度の違いによる圧縮強度への影響は少ない結果を示している。

4.2 静弾性係数

圧縮強度と静弾性係数との関係を図-5に示す。

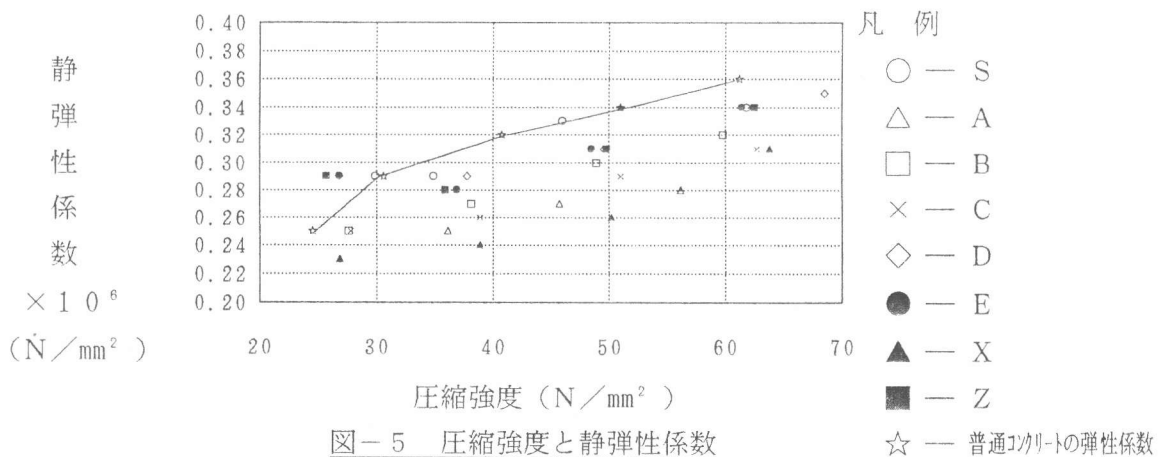


図-5 圧縮強度と静弾性係数

マサ土の風化度の違いによる静弾性係数へ及ぼす影響は、風化の進んだ試料A及びCが低い値となっている。普通コンクリートの静弾性係数（コンクリート標準示方書より）と比べると全体的に低く、強度が低い場合あまり差がないが、強度が高くなるにしたがって顕著に現れている。また、基準配合（S）と比べても劣っているものが多い。

4.3 乾燥収縮

水セメント比55%配合における材齢と長さ変化率との関係を図-6に示す。

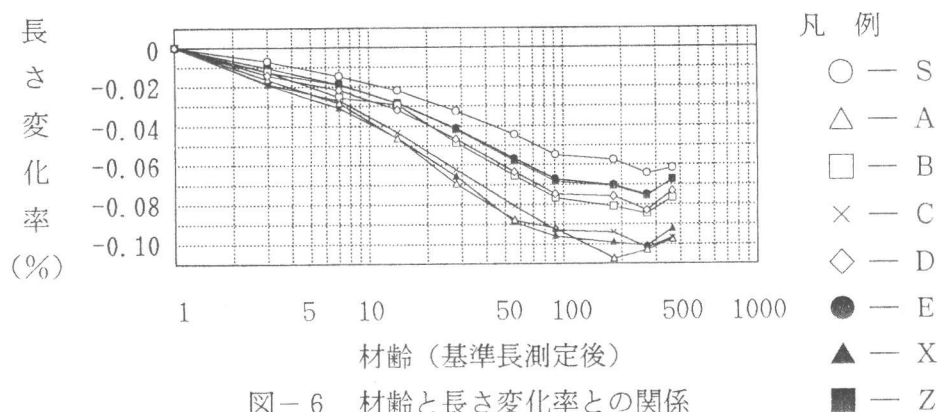


図-6 材齢と長さ変化率との関係

高性能A E減水剤の使用により、単位水量が大幅に改善されたにもかかわらず、基準配合(S)より劣った。特に風化の進んだA, Cは大きい値を示し、基準長測定後28日において、供試体横断面に乾燥収縮と思われるクラック(幅約0.03mm程度)が数箇所確認された。

これは、微粒分が多く単位水量が大きいためと考えられる。

5. マサ土の使用範囲

強熱減量が大きな値を示す試料では、高性能A E減水剤を添加しても単位水量を減少させることが出来ない(図-3)。また強熱減量が約1.7%を境に、単位水量・混和剤の添加量が増加していることも確認された。強熱減量と土壌硬度が高い相関関係であることから、土壌硬度27mmが使用範囲の下限になる。従って、現地において良質な細骨材になり得るか否かの判断は、土壌硬度を測定することによりコンクリート用細骨材としての適否が確認できる。

6. まとめ

マサ土は、コンクリート用細骨材として使用可能か否かを検討した。風化程度が強熱減量で、1.7%以下のマサ土において、高性能A E減水剤を使用することにより、普通砂(海砂)と同等の品質を有するコンクリートを得ることができる。ただし、耐久性にかかわる乾燥収縮率はやや大きく今後の検討が必要である。今後、現場での試験施工を通じ、耐久性・施工性等の課題解決に向けて引き続き調査・試験を行い、マサ土を使ったコンクリートの高品質化を実現し、現場への普及を図る所存である。

注) 1. 岩盤区分は、本四公団作成の風化花崗岩の「支持特性判定要領(案)」による

注) 2. 土壌硬度試験：山中式土壌硬度計による現地での測定

注) 3. A D：高性能A E減水剤

注) 4. A E：空気連行剤

参考文献

- 1) 山形守・栗野純孝：岩盤分類の実例—橋梁基礎(風化花崗岩)、応用地質特別号 1984
- 2) 脇坂安彦・市川慧・藤原靖・宇治公隆・林順三・三谷哲・前田照信・佐々木肇：モンモリロナイト族鉱物含有骨材を使用したコンクリートの凝結特性、応用地質34巻5号 1993