

日本大学 生産工学部 正 星野 佳久
 日本大学 生産工学部 正 栗谷川裕造
 日本大学 生産工学部 正 田淵 晴久

1 まえがき

近年道路工事の技術進歩に伴い、骨材の需要は急速に増加している。しかし骨材の供給は、その需要に応じ切れないのが現状である。特に千葉県では、山が少ないため碎石の産出量は少なく、道路用碎石として使用できるものは一部地域で産出されるものに限られており、県内産の道路用碎石への利用率は50%程度である。つまり残り50%は他県に依存している。しかし、道路用碎石として規格外のは相当量産出されており、従来は東京湾の埋立や宅地造成などの捨土石として使用されている。そこで本研究は、これらの規格外碎石の一つを例にとりて各種安定処理を行ない、道路用碎石としての利用法についての実験的研究を行なった。

2 試料および実験方法

2・1 試料

本研究では、道路用碎石のうち路盤材としての使用を可能にすることに目的を置き、その規格外碎石

として、県南部より産出されるクラツシャーランを用い、C40～0を100%とするもの。またC40～0を30%、15～0を70%という配合率で調整したものを使用した。以下それぞれを40～0、粒調碎石と呼ぶ。物理試験結果は表1、図1に示した。

この結果より、路盤材としては、比重および吸水率、すりへり減量、安定性等の結果から、単体のままで使用することは、所要の強度を得られず、安定性に欠けたものとなる。そこで、安定剤として、本実験は、セメントおよび消石灰を用いた。

2・2 実験方法

この試料に安定処理を行ない、使用の可否を検討する。そのため、突固めによる土の締固め試験、CBR試験、一軸圧縮試験をJIS、KODANに準じて行なった。また、突固めエネルギーおよび養生条件を変化させた一軸圧縮試験を行なった。

3 実験結果および考察

3・1 消石灰安定処理

3・1・1 CBR試験

40～0では消石灰を2%添加することによって、その修正CBRは、単体のままの値の3倍以上の値226%を示し、これは路盤材として所要の強度を得られた。さらに粒調碎石においても消石灰を2%添加することによって、その修正CBRは単体のままの値の4倍以上の278%を示し、これも十分に路盤材として所要の強度を得られた。40～0、粒調碎石ともに、修正CBRは、消石灰2%の添加量において、もっとも高い値を示した。

表1. 試料物理試験結果

	表乾	かさ	見掛	吸水率 (%)	すりへり 減量(%)	扁平率 (%)	洗い損 大量(%)	Na ₂ SO ₄	L.L.	P.L.	P.I.
40～0 粒調碎石	2.263	2.033	2.639	11.2	27.0	21.3	2.0 7.7	—	29.2	22.2	7.7

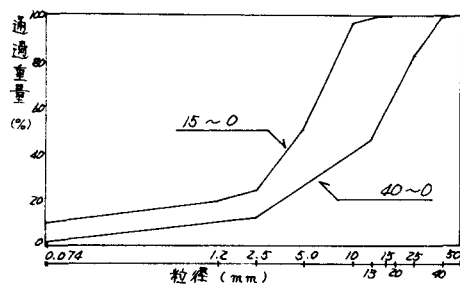


図1. 粒径加積曲線図

表2 締固め試験結果

	Wopt (%)	$\bar{\rho}_d \text{ max.}$ (g/cm^3)	$\bar{\rho}_d \text{ sat.}$ (g/cm^3)	$\bar{\rho}_d \text{ max.} \times 100$ $\bar{\rho}_d \text{ sat.} (\%)$	
セ	0	20.1	1.654	1.724	95.94
メ	2	19.8	1.665	1.739	95.74
ン	4	19.7	1.672	1.742	95.98
ト	6	21.3	1.685	1.698	99.23
添	8	19.8	1.687	1.745	96.68
加	10	20.0	1.729	1.739	99.42
量	12	19.4	1.737	1.764	98.47
(%)	14	20.1	1.737	1.742	99.71
	16	19.3	1.765	1.770	99.72
呼び名 1.4.6					
試料	消石灰添加量 (%)	$\bar{\rho}_d \text{ max.}$ (g/cm^3)	Wopt (%)		
40~0	0	1.789	18.5		
	2	1.806	17.9		
	4	1.830	17.1		
粒 調	0	1.823	18.5		
	2	1.816	18.1		
碎 石	4	1.800	17.8		
呼び名 2.5.6					

3・1・2 軸圧縮試験

標準養生(10日)前後における強度増加は小さいが、28日養生では、添加量が2%を除くすべての添加量において、標準養生に比較して2倍以上の強度となっている。また長期強度では、6%~8%の添加量がもっとも有効である。

次に、締固めエネルギー効果(図4)について見ると、添加量が2%の場合は締固めエネルギーの変化による強度の変化はない。添加量が4%、6%の場合は、締固めエネルギー80%の方が100%エネルギーよりも強度は大きい。

さらに、締固めエネルギーと養生条件の経時的効果(図5)について見ると、養生日数10日間の場合、土中、水中養生いずれも締固めエネルギーを増加させると強度もそれに伴って増加する傾向にあるが、その差は大きくない。養生日数30日間の場合、土中、水中養生いずれの強度も80%エネルギーの方が、100%エネルギーよりも強度は大きい。

すなわち、この消石灰安定処理粒調砕石は、たとえ路床が極めて軟弱な地盤で十分な締固め効果が得られない条件下においても、安定処理を施す事により、改良路床材または、路盤材として所要の強度を期待できそうである。

3・2 セメント安定処理

強度は長期にわたって増加し、6日養生/日水浸という標準養生に比較して、3ヶ月後の強度は2倍以上という値となる。なお、標準養生では、4%から6%の強度の増加が大きくなっている。この条件下では、(a)単に充てん剤として密度をあげることによる強度増加 (b)セメントの膠着力による骨材粒子間の附着力の増加 (c) (b)におけるセメント・ペーストの硬化の進行による安定性の増加 このように、安定剤としてのセメントの効果が経時的に、強度増加に影響を与えたと思われる。

まとめ

以上の実験結果から、従来道路用骨材としては使用不能とされて来た千葉県産砕石を、セメントまたは消石灰の安定処理を施し、安定性を増すことによって、改良路床材または、路盤材としての使用が可能となった。これは、セメントや消石灰の種々の添加量における規格値を十分満足していることから明確である。セメントによる安定処理では、添加量6%、消石灰による安定処理では長期強度の点から考えると、6%~8%がもっとも効果的である。

今後の研究課題は、各種安定処理砕石の経時的強度増加を考慮して、設計強度を打設後何日に置くか、またその養生条件等をどのように決定するかである。また、安定処理砕石自身の耐久性についても研究しなければならない。さらに、化学反応によって、安定性を増し、強度は増加するが、これを微視的にとらえた研究も必要である。

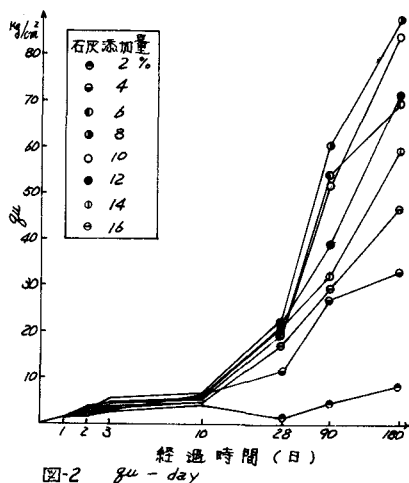


図-2 g_u - day

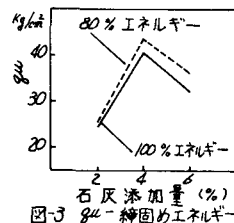


図-3 g_u - 締固めエネルギー

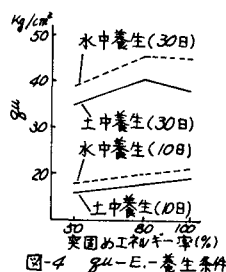


図-4 g_u - E - 養生条件

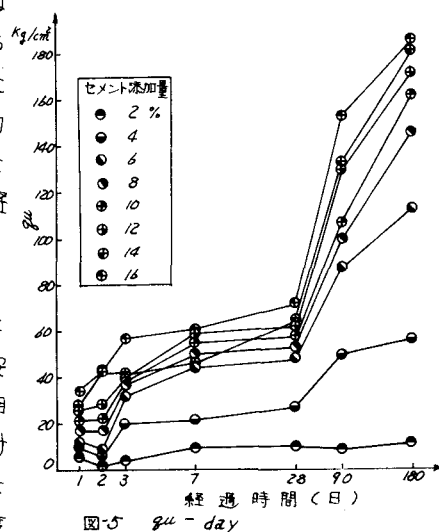


図-5 g_u - day