

正会員 大 沢 嘉 希 (日本大学工学部)
 正会員 ○ 出 村 克 宣 (同 上)

1. はじめに

近年、プラスチックコンクリートに関する研究・開発が盛んに行われる中で、不飽和ポリエステル樹脂を結合材として用いて製造されるポリエステルレジンコンクリートの普及がめざましく、昭和43年4月には、ポリエステルレジンコンクリートの試験方法に関するJIS (日本工業規格) を制定されるに至った。

しかし、ポリエステルレジンコンクリートの強度算定に関する報告は少なく、ポリエステルレジンコンクリートの強度を容易に推定する方法は見いだされていない。そこで、本報告は、圧縮強度の異なる4種類の粗骨材を用いて、ポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度に及ぼす粗骨材の圧縮強度の影響を検討すると共に、粗骨材量を変化させることによって、ポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度に対する複合則の適否を検討し、ポリエステルレジンコンクリートの強度算定法を見いだそうとするものである。

2. 使用材料

- (1) 液状レジン 不飽和ポリエステル樹脂 (略称, UP)
 - (2) 触媒 金属イタリケトンパーオキシドの5% DMP 溶液 (略称, MEKPO)
 - (3) 硬化促進剤 オクテン酸ジバルト8% mineral turpentine 溶液 (略称, Co)
 - (4) 希釈剤 ステレンモノマー (略称, St)
 - (5) 充てん材 重質炭酸カルシウム
 - (6) 粗骨材 安山岩, 玄武質安山岩及び玄武岩を粒径5~20mmに実験室で破砕したもの
 - (7) 細骨材 川砂 (粒径, 5mm以下)
- なお、不飽和ポリエステル樹脂、充てん材及び骨材の性質を表-1, 表-2に示す。又、充てん材及び骨

材は乾燥して、含水率0.1%以下として試験に供した。

表-2 充てん材及び骨材の性質

充てん材及び骨材の種類	粒径 (mm)	比重 (20°C)	含水率 (%)	有機不純物
重質炭酸カルシウム	<2.5×10 ⁻³	2.70	0.08	なし
安山岩砕石	10-20	2.73	0.05	なし
	5-10	2.70	0.04	なし
玄武岩質安山岩砕石 (A)	10-20	2.86	0.06	なし
	5-10	2.85	0.05	なし
玄武岩質安山岩砕石 (B)	10-20	2.85	0.03	なし
	5-10	2.85	0.03	なし
玄武岩砕石	10-20	2.91	0.06	なし
	5-10	2.89	0.06	なし
川砂	1.2-5	2.56	0.03	なし
	<1.2	2.54	0.03	なし

3 実験方法

3.1 供試体の作製

3.1.1 石材供試体の作製

石材供試体はJIS M 0301 (岩石の強さ試験用試料の採取方法及び試験片の作製方法) に従って、各粗骨材に用いた原石を寸法約2×6×6cmにコア抜きして作製した。

3.1.2 結合材供試体の作製

表-3に示す配合の結合材を45.0×10cmの型枠中に打込み後、20°C, 50% R.H. の恒温恒湿室で24時間静置養生し、更に、70°Cの乾燥器中で15時間加熱養生して結合材供試体を作製した。

表-3 結合材の配合 (質量比)

UP	St	MEKPO	Co
100	12	0.5	0.5

3.1.3 ポリエステルレジンコンクリート供試体の作製

表-4に示す種の割合を用い、JIS A 1181

表-1 不飽和ポリエステル樹脂の性質

比重 (20°C)	粘度 (20°C, cP)	ステレン量 (%)	酸価
1.05	330	38.0	21.2

(ポリイステルレジンコンクリートの強度試験用試体の作りか)に従って練り混ぜたレジンコンクリートを $7.5 \times 7.5 \times 15 \text{ cm}$ に成形し、 20°C 、 $70\% \text{ R.H.}$ の恒温恒湿室で24時間静置養生した後、 70°C で1時間加熱養生し、ポリイステルレジンコンクリート試体を作製した。なお、

ポリイステルレジンコンクリートの調合は、一般的に使用可能なワーカブルなものとした。

3.2 圧縮強度試験

石材の圧縮強度試験は、JIS M 0302 (岩石の圧縮強度試験方法)に従って行った。又、結合材及びポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度試験は、JIS A 1182 (ポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度試験方法)に準じて行った。

4. 実験結果及び考察

図-1には、粗骨材の圧縮強度とポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度との関係を、図-2には、粗骨材の容積分率とポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度との関係を示す。

ポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度は、圧縮強度の高い粗骨材を用いたものほど高く、粗骨材の容積分率の増加に伴い減りやすくなる傾向にある。

これらの関係から、ポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度算定式を提案する目的で、次のような考察を加えた。

結合材の圧縮強度は、ポリイステルレジンコンクリートの調合に無関係に一定であることから、ポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度に最も影響を及ぼす要因は粗骨材の圧縮強度であり、更に、粗骨材の容積分率及び結合材の容積分率が関係していると考え、ポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度とこれらの関係は図-3のように表すことができる。

図-3から得られた実験式を結合材量別に整理して示せば、

表-4 ポリイステルレジンコンクリートの調合

調合の種類		重量調合 (wt.%)			絶対容積調合 (g/m^3)			
材料	結合材量	9.00 wt.%	11.75 wt.%	13.00 wt.%	20.0 vol.%	24.7 vol.%	27.4 vol.%	
不飽和ポリエステル樹脂+硬化剤		9.00	11.75	13.00	200	247	274	
充填材, 重質炭酸カルシウム		9.00	11.75	13.00	78	94	107	
骨材	粗骨材	粒径 10-20mm	15.34	14.55	13.89	126	117	108
		5-10mm	15.34	14.55	13.89	126	117	108
	細骨材	粒径 1.2-5mm	10.16	9.60	9.17	93	85	79
		<1.2mm	41.06	38.80	37.05	377	345	324

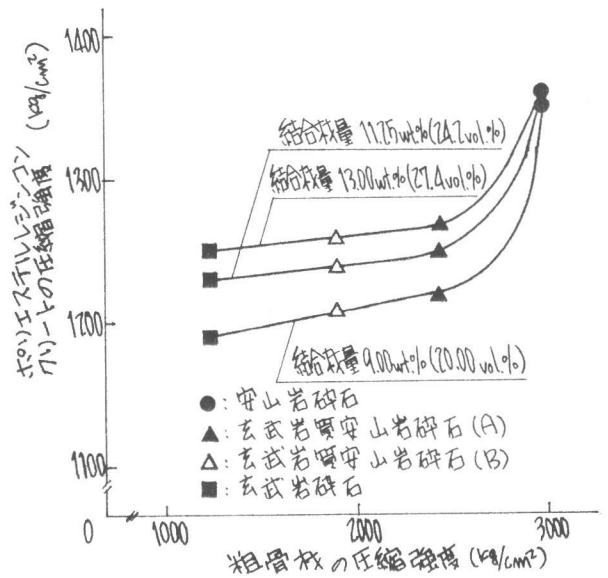


図-1 粗骨材の圧縮強度とポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度との関係

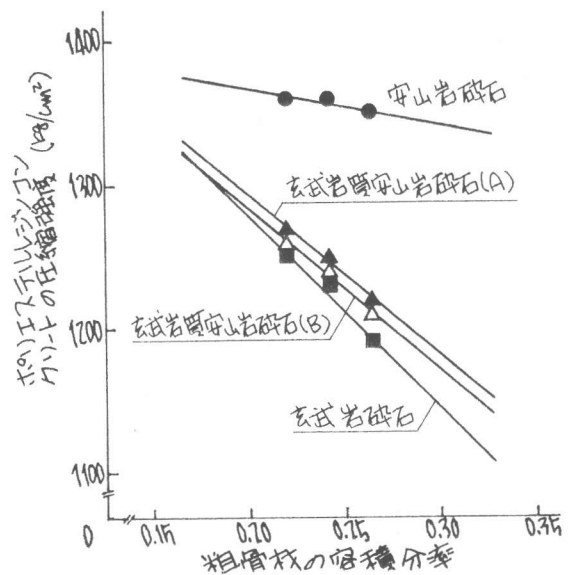


図-2 粗骨材の容積分率とポリイステルレジンコンクリートの圧縮強度との関係

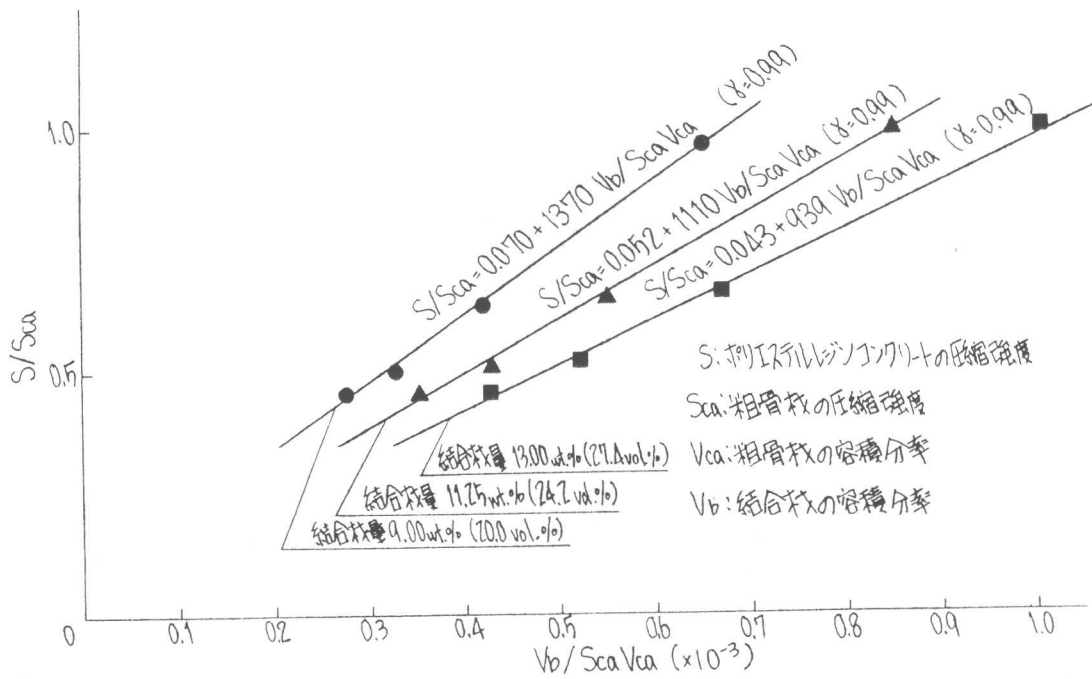


図-3 各結合材量における $V_b/Sc_s V_{ca}$ と S/Sc_s の関係

結合材量 9.00 wt.% (20.0 vol.%) では、

$$\begin{aligned} S/Sc_s &= 0.070 + 1.370 V_b/Sc_s V_{ca} \\ S &= 0.070 Sc_s + 1.370 V_b/V_{ca} \quad \text{--- (1)} \end{aligned}$$

結合材量 11.25 wt.% (24.2 vol.%) では、

$$\begin{aligned} S/Sc_s &= 0.052 + 1.110 V_b/Sc_s V_{ca} \\ S &= 0.052 Sc_s + 1.110 V_b/V_{ca} \quad \text{--- (2)} \end{aligned}$$

結合材量 13.00 wt.% (27.4 vol.%) では、

$$\begin{aligned} S/Sc_s &= 0.043 + 0.939 V_b/Sc_s V_{ca} \\ S &= 0.043 Sc_s + 0.939 V_b/V_{ca} \quad \text{--- (3)} \end{aligned}$$

ここに、 S : ポリエステルレジコンクリートの圧縮強度

Sc_s : 粗骨材の圧縮強度

V_{ca} : 粗骨材の容積分率

V_b : 結合材の容積分率

これらの実験式を用いることによって、本実験で用いた各種の結合材量を用いるポリエステルレジコンクリートの圧縮強度を推定することが可能となる。

又、(1)式から(3)式においては、 V_b/V_{ca} を変数として取扱ったが、結合材量と粗骨材量が決まっているとすれば、 V_b/V_{ca} を定数として扱うことができる。

しかし、これらの式を次のような一般式に書き換えて、 V_b/V_{ca} を変数として扱うこともできる。

$$S = A Sc_s + B V_b/V_{ca} \quad \text{--- (4)}$$

ここで、定数 A 及び B を算定するためには、(1)式から(3)式で得られた定数の間に何らかの関係を見いだす必要がある。

そこで、(1)式から(3)式が結合材量によって規定されていることから、結合材量を変数にすることによって、これらの定数間の関係を明らかにできると考え、結合材の容積分率とこれらの定数との関係式を求めた結果、次の(5)式及び(6)式を得た。

$$A = 0.143 - 0.368 V_b \quad \text{--- (5)}$$

$$B = 2530 - 5840 V_b \quad \text{--- (6)}$$

ここで、 A 及び B は(4)式における定数 A 及び B である。定数 A 及び B は、結合材の容積分率の関数として得ることができるため、(4)式をポリエステルレジコンクリートの圧縮強度を算定する一般式として用いることができる。

図-4には、結合材の容積分率と定数 A 及び B との関係を示すと同時に、結合材の容積分率と花かん枝、粗骨材及び細骨材の容積分率との関係を示す。

つまり、図-4を用いることによって、ポリエステルレジコンクリートの材料用量を決定できると同時に、計算式を用いずに定数 A 及び B を得ることができる。

次に、本実験で得られた強度算定式を用いた、ポリエステルレジコンクリートの圧縮強度の算定例を挙

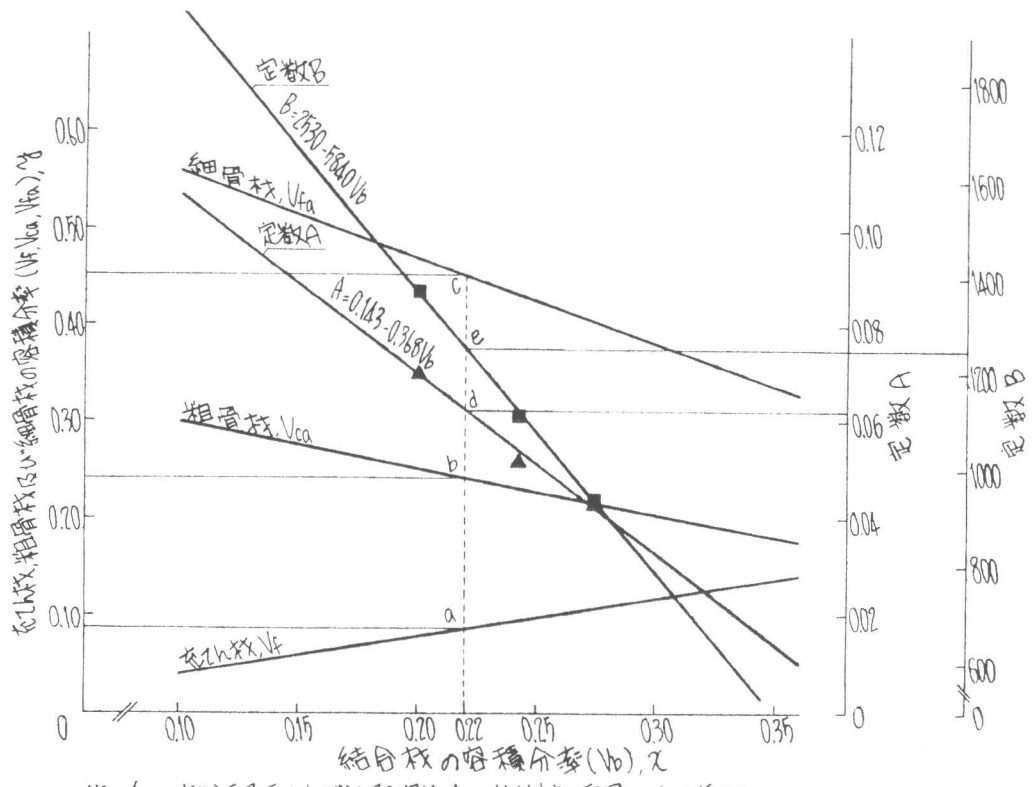


図-4 ポリエステルレジンコンクリートの材料物量の計算図

げる。

まず、ポリエステルレジンコンクリートの調合を決定する。ここでは、結合材量を22.0 vol.%として強度算定を行う。又、粗骨材の圧縮強度は2000 kg/cm²とする。図-4において、V_b=0.220の点からx軸に垂直な線を引き、各直線の交点から、各材料の容積分率を求める。その結果、充填材の容積分率、V_f=0.086、粗骨材の容積分率、V_{ca}=0.242、細骨材の容積分率、V_{fa}=0.457 が得られ、V_b/V_{ca}=0.909 を求めることができる。

次に、図-4又は、上述の(a)式及び(b)式から定数A及びBを求めると、A=0.062、B=1250である。

以上の結果から、このポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度は、約1260 kg/cm²と推定できる。

このように、ポリエステルレジンコンクリートを作製する場合、その結合材量及び使用する粗骨材の圧縮強度を知ることによって、本研究で作成した図-4からその調合を決定できると共に、(a)式、(b)式及び(c)式を用いることでそのポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度を推定することができる。

5. 総括

以上の実験結果を総括すれば、次の通りである。

(1) 粗骨材の圧縮強度が高いほどポリエステルレジンコンクリートの強度も高くなる。又、粗骨材の容積分率が増加する程、換言すれば、結合材の容積分率が減少する程、ポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度は低下し、それらの関係は直線的である。

(2) ポリエステルレジンコンクリートの調合を決定し、使用する粗骨材の圧縮強度を知ることができれば、製造されるポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度は、(a)式を用いることにより、推定することが可能である。

$$S = A S_{ca} + B V_b / V_{ca}$$

$$A = 0.143 - 0.368 V_b$$

$$B = 2530 - 5840 V_b$$

ここに、 S: ポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度

S_{ca}: 粗骨材の圧縮強度

V_{ca}: 粗骨材の容積分率

V_b: 結合材の容積分率