

シラスコンクリート版部材の力学的性状について

鹿高専 ○ 学 初瀬 明彦
 “ 正 有藤 利一郎
 “ “ 内谷 保
 “ “ 松下 良徳
 清水建設 木谷 弘志

1. はじめに

霧島火山系に属する桜島は昭和30年頃から再び火山活動を開始し、現在も活発な噴火活動を続けている。この噴火は、時には山麓部周辺の人家や田畑に噴石を伴った火山灰砂を降下させることがある。このため、桜島全島の各所に写真に見るような避難壕と称する災害防止用構造物が構築されつつある。本研究は、南九州に広く堆積分布しているシラスを細骨材として用いたコンクリート（以下シラスコンクリートと呼ぶ。）を上記避難壕などのような災害防止用構造物に用いることを想定して、鉄筋を補強されたシラスコンクリート版部材の力学的性状（版の表面応力と載荷荷重との関係や破壊荷重など）に関する若干の実験的考察を行、たものである。なお、シラスコンクリートの強度や耐久性に関しては本校材料研究室で数年来行われており、これまでの成果を総合すれば川砂を用いた場合の普通コンクリートと大差はなく、海砂を用いた場合よりも良好な結果が得られている。このことは、シラスコンクリートが構造物に十分利用できることを意味しており、地域性を生かした天然資源の有効な利用方法と考えられる。

2. 実験の概要

本実験に用いた供試体は図-1に示すような両端単純支持で他の2辺が自由の一方向性版とした。供試体の諸元は既設の避難壕を参考にし表-1に示すような4つのタイプを考えた。なお、使用鉄筋の材質、本数およびひびり厚さは各タイプとも等しくした。また、シラスコンクリートの配合設計は本校材料研究室において開発された指針に基づいて行、た。その結果を表-2に示すが、細骨材としてのシラスとセメントの重量比はス:1であり、水セメント比は87%と普通コンクリートの場合よりもかなり大きくなり、という。表-2に示す配合に従、て打設されたシラスコンクリートの強度は $\sigma_{ck} = 210 \sim 260 \text{ kg/cm}^2$ 、弾性係数は $E_c = 1.6 \sim 1.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、オアソン比は $\nu = 0.16$ 程度が得られている。次に、荷重載荷は本校に既設購入され、ている大型疲労試験機を用いて行、10×10 cmの矩形分布荷重とし、0.15と間隔で作用させた。荷重の載荷位置は版中央とし、圧縮側の表面ひずみ（表面応力）の測定、たわみの測定およびひびわれ発生状況の観察、破壊荷重の測定などを行、た。なお、本実験においては荷重一定にもかかわらずたわみ測定用のダイヤルゲージが動き続ける状態をもって版の破壊と見なし、このときの荷重を破壊荷重と定義した。

3. 実験結果と考察

図-2～4は本実験の1例として、タイプ3（ $l = 100 \text{ cm}$, $h = 10 \text{ cm}$, $B = 64 \text{ cm}$ ）における実験結果を示したものである。図-2には、載荷荷重1.05 tに対するスパン方向およびスパンと直交方向の各断面における表面応



写真-1. 既設の避難壕の例

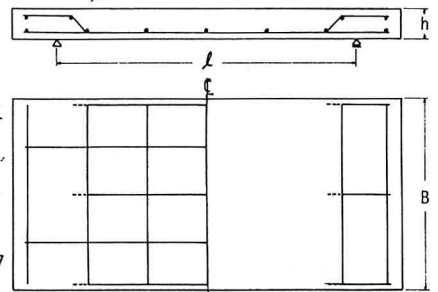


図-1. シラスコンクリート版の実験供試体

表-1. 実験供試体の諸元 (cm)

	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4
スパン l	80	80	100	100
版厚 h	8	10	10	12.5
版幅 B	64	64	64	64

表-2. シラスコンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 mm	水セメント比 %	細骨材率 %	スランプ cm	単位量 kg/m^3			
				水	セメント	粗骨材	粗骨材
20	87	41.6	8.0±1.0	276	300	600	913

力およびたわみの実測値と計算値を示している。図中の○印が実測値、実線が計算値である。なお、計算値としては図-1に示す鉄筋で補強されたスラスコンクリート版を等方性版と仮定したF.E.M.による弾性解析結果を用いた。ただし、F.E.M.による解析を行う際の等方性版としての版厚は、鉄筋コンクリート断面としての圧縮側コンクリートの縁応力と上記等方性版の圧縮側縁応力とが等しくなるように決定した。実測値について見てみると、スパン方向およびスパンと直角方向とも支点近傍を除いてかなりの精度で版中央線に付いて対称な値が得られている。他のタイプの供試体においてもほぼ同様な結果が得られている。このことは、供試体据付けの際にスパン方向およびスパンと直角方向のレベルを慎重に行った結果と考えられ、その値にはかなりの信頼性があるものと思われる。なお、これらの実測値は2〜3個の同一タイプの実測結果の平均値である。計算値との比較については、各タイプとも定性的な一致性は見られたが定量的には表面応力においてかなりの差が見られた。次に、図-5および図-3には載荷荷重とたわみの実測値との関係および代表測定点における載荷荷重と表面応力の実測値との関係をそれぞれ示している。載荷荷重が1.8〜2.0までは載荷荷重とたわみおよび表面応力の実測値との間に線形関係が成り立つようであるが、この値は表-3に示す臨界荷重の値とほぼ一致している。また、タイプ3の破壊荷重の実測値は3.6tであったが、図-5、3の点もそれが推察できる。これらのことは、他のタイプにおいても同様の結果を示している。

表-3は、各タイプごとの臨界荷重、ひびわれ発生時の荷重、破壊荷重の実測値と計算値およびそれらの比を示したものである。なお、破壊荷重の計算値は破壊時における降伏線の位置がスパン中央とその方向はスパンと直角方向であると仮定した降伏線理論に基づいて次式で計算したものである。

$$P_{cx} = 4M_u/l, \text{ ただし, } M_u: \text{破壊曲げモーメント, } l: \text{スパン。}$$

実験による版の破壊形式は仮定通りスパン中央にスパンと直角方向に

ひびわれが発生して破壊する曲げ破壊であった。このときの実測値と計算値の比は表-3に示す通り1.36〜1.64となる。また、ここで取り扱った鉄筋で補強されたスラスコンクリート版の破壊荷重は臨界荷重の2〜3倍の範囲になるようである。

ここで得られた結果はスラスコ

ンクリートを用いて構築された避難壕に噴石が直撃したときの安全性を確認する上で役立つものと思われるが、そのためには普通コンクリート版との比較や衝撃試験による応答性状の把握、落下噴石の諸性質など今後さらに検討して行く必要がある。

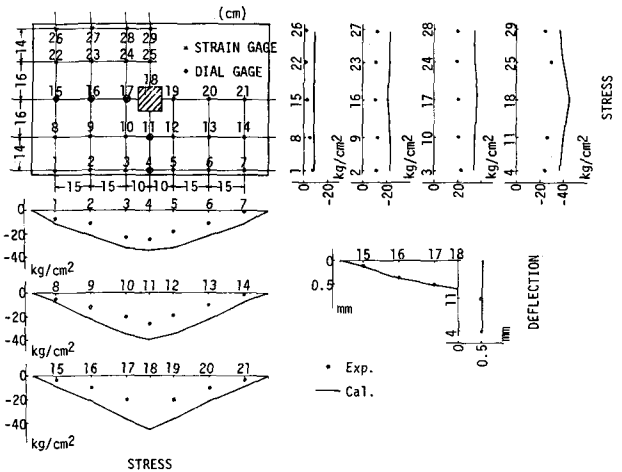


図-2 各測定点の表面応力およびたわみの実測値と計算値(タイプ3)

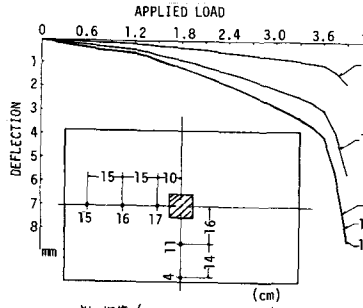


図-3 載荷荷重とたわみの実測値との関係(タイプ3)

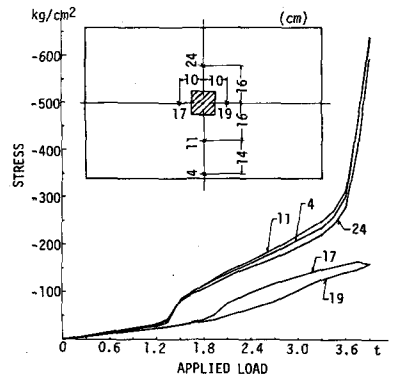


図-4 載荷荷重と表面応力の実測値との関係(タイプ3)

表-3 各タイプごとの実験結果

タイプ	臨界荷重 P_a (t)	ひびわれ発生時の荷重 (t)	破壊荷重 (t)		荷重比	
			実測値 P_u	計算値 P_{uc}	P_u/P_{uc}	P_u/P_a
1	1.33	1.95	3.6	2.2	1.64	2.71
2	1.87	2.10	4.2	3.08	1.36	2.25
3	1.46	1.95	3.6	2.45	1.47	2.47
4	2.00	2.70	4.8	3.32	1.45	2.40

ただし $P_{cx} = 64 \text{ kg/cm}^2$, $Q_u = 4000 \text{ kg/m}^2$, $n = 15$ とし弾性範囲内で計算した値である。