

中央大学理工学部 正会員 西沢 紀昭
 (株)南産機構 正会員 安達 勲
 (株)南産機構 正会員 渡木 守

§.1 概要

従来、浄化槽の構成材として用いられてきたものは、FRP(小型・中型)・鋼板(中型)・現場打ち鉄筋コンクリート(大型)であるが、今回、三層構造複合版を用いた比較的大型の組立式浄化槽を製造した。本文はこの三層構造複合版の性能と、組立式浄化槽の耐久破壊実験結果を中心に述べたものである。

§.2 三層構造複合版

2-1 部材構成 三層構造複合版とは、気泡コンクリート・レジンモルタル・FRPで構成されるサンドイッチ版であり、その部材断面を図-1に示し、それぞれの構成材の性能を表-1に示す。

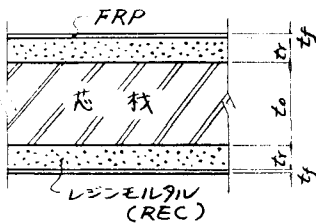


図-1 部材断面

表-1 構成材の性能

	レジンモルタル	ガラス繊維 (E)	気泡コンクリート (P=0.6)
圧縮強度 (MPa)	1,200	—	40
曲げ引張強度 (MPa)	300	—	10
純引張強度 (MPa)	150	20,000	5
ヤング率 (MPa)	2.5×10^5	7.5×10^5	1.8×10^4
最大引張ひずみ (%)	0.1 <	3.0 <	0.05 <

2-2 吸水率 浄化槽は水密性を要求する為、下記の部材を用い吸水試験を行なった。レジンモルタルおよびFRPの接着剤・結合材として、エポキシ樹脂・ポリウレタン樹脂・不飽和ポリエステル樹脂の三種類、FRPのクロスにはロービンググラスクロスを用い吸水試験をした結果が図-2である。これより明らかになる様に、不飽和ポリエステル樹脂を結合材として使用した三層構造複合版は水密であり、何れも空価である為、気泡コンクリートとして不飽和ポリエステル樹脂を接着剤としたレジンモルタルおよびガラスクロスFRPの三層構造とした。

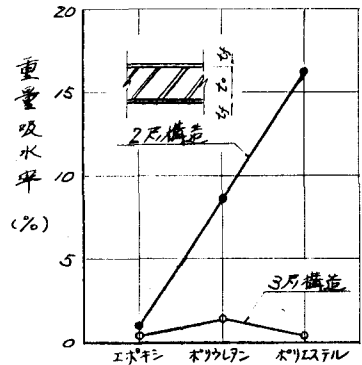


図-2 吸水試験結果

2-3 強度特性(荷重・せん断・衝撃・疲労)

三層構造複合版の曲げ性能は図-3に、せん断性能は図-4

に示す。又、図-3、図-4で述べられている単純等・T型継手は図-5にも示す様な継手法である。

芯材厚・レジンモルタル厚・FRP補強比をそれぞれ変えることによる曲げ性能の変化は図-6に示す。

又、三層構造複合版としてのヤング係数は $4 \sim 5 \times 10^4 \text{ MPa}$ 程度である。

疲労について、曲げ応力度 7.5 MPa (下限) $\sim 30 \text{ MPa}$ (上限) で 10^6 回の疲労試験を行なったが、異常は認められなかった。この後、上限を 45 MPa に上げると 3.5×10^4 回程度で破壊した。これより三層構造複合版の疲労限度は 50%程度と考えられる。

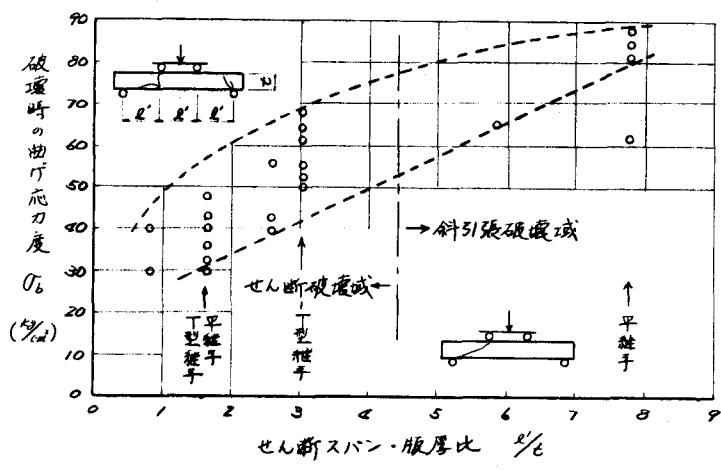


図-3 複合版の曲げ性能

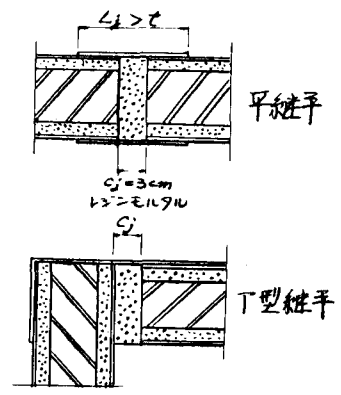


図-5 継手法

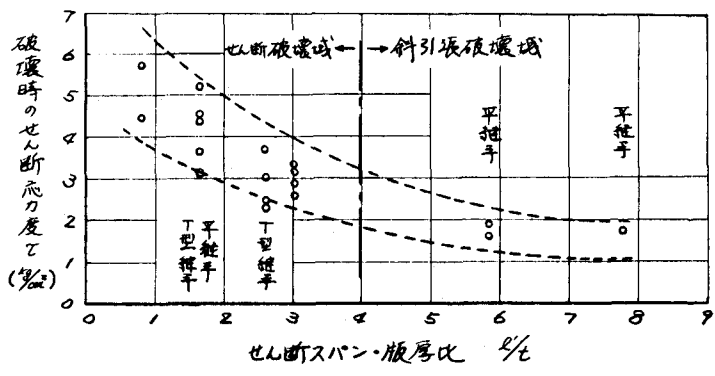


図-4 複合版のせん断性能

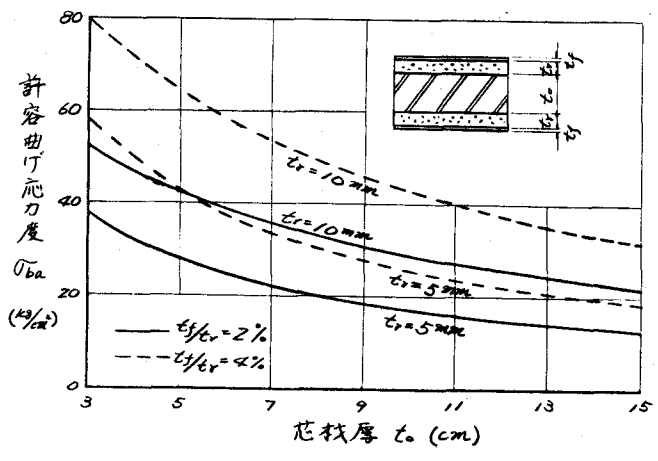


図-6 複合版の許容曲げ応力度と芯材厚の関係

表-2 衝撃試験結果

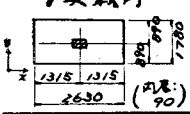
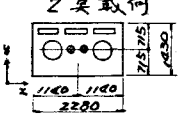
版の種類	供試体		最大抵抗値		吸収エネルギー	
	B × t (cm)	スパン (cm)	WT (kg·m)	S (kg·cm/cm²)	試験値	備註値
複合版	60 × 6	80	7~9	7~9	21~27	21~27
	30 × 2	30	10~20	75~15	12~15	45~56
FRP波板	72 × 2	80	7.2	10	8.3	8.3

5.3 実大槽破壊試験

実大槽破壊試験結果を表

一3に示す。それぞれの槽の破壊状況はそれぞれ支圧による押破とせん断破壊である。したがって、この複合版の層構成は曲げ強度に比べ、せん断押破の強度が弱かった。これはREC厚を増すことにより強化できるが、実験による確認が必要である。

表-3 実大槽破壊試験結果

載荷方法	寸法 (mm)	P _{max} (Ton)	δ/l	位置	E _{max} (10 ⁶)	計算値		Eより実測値		押破とせん断強度 (%)	支圧強度 (MPa)
						M _{max} (t・m)	σ (MPa)	M _{max} (t・m)	σ (MPa)		
1 長載荷 	2630 × 1780 × 1000	5.5	1/300	中央 (内径90)	3550	3.19	96	493	1290	8.7	18.3
				端 (外径90)				1.94	58.8		
2 点載荷 	2280 × 1430 × 1000	5.0	1/350	中央 (内径90)	770	2.36	105	452	32.3	11.4	40.6
				端 (内径90)				0.48	16.8		

※ E = 2.2 × 10⁴ t/cm² とし計算
※ 破壊はそれぞれ押破とせん断破壊

5.4 経済比較

表-4 各種部材の性能・経済比較

各種部材の性能・経済比較を表一2に示す。これと見てわかる様に三層構造複合版は、比較的電量の軽く容れである。

5.5 総括

5-1 結論 三層構造複合版及びこれを組立てた浄化槽について各種実験を行なった結論を得た。

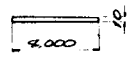
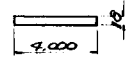
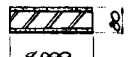
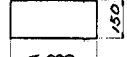
1.) 部材の防水性は、不飽和ポリエステル樹脂を用いたレジソマルト+FRPの積層で充分確保できる。

2.) 図-7に示すような三層構造複合版について、静曲げ・せん断・衝撃・疲労試験を行ない、その性能を明らかにした。

3.) 三層構造複合版を用いた実大槽についてその破壊性状を明らかにし、実用上問題のなにもを確かめた。

4.) 各種材料を用いた場合の性能比較を行ない、三層構造複合版の有利性を明らかにした。

5-2 展望 三層構造複合版は、今後、各種タンク・船殻材などへの応用が期待できる。

	FRP	REC (FRP補強)	3層構造複合版	鉄筋コンクリート (現場打ち)
部材寸法 (mm)				
許容曲げ強度 (σ _{0.2} (MPa))	1,200	400	20	σ _{ca} = 80 σ _{sa} = 1,200
抵抗モメント (t _m ・m)	0.80	0.80	0.80	0.80
浄化槽表面積 (m ²)	220			
重量 (ton)	3.89	9.60	14.75	80.0
1ton当りコスト*	6.40	2.07	1.00	0.27
価格*	1.68	1.35	1.00	1.44
特徴・許価	・軽く作業性良 ・たわみが大きい ・価格が高い	・フレキシブルで運搬に便利 ・現場での組立容易 ・価格が安い		・作業性が悪い ・フレキシブルにもよるが、コストが高い

* 1ton当りのコスト・価格は、3層複合版を1.0とするとその割合