

ゴム引布製起伏堰の強度およびクリープ特性の検討

土木研究所 正会員 ○中村 崇 土木研究所 正会員 新田 弘之 土木研究所 正会員 百武 壮
土木研究所 正会員 藤野 健一 土木研究所 非会員 上野 仁士 土木研究所 非会員 伊藤 圭

1. はじめに

ゴム引布製起伏堰(以下ゴム堰と呼ぶ)は、チューブ状のゴム袋体を空気の入出力により起伏させる堰である。図-1 にゴム堰の例を示す。国内では 1967 年に米国より導入され、現在、約 3900 箇所で開催されている。国土交通省所管のゴム堰は径間約 15m 以上の大型のものが多く、耐用年数は 30 年以上として設計・運用されている場合もある。そのため、それらのゴム堰の安全で長寿命に向けた適切な維持管理手法の確立が求められている。

ゴム袋体は強度材の繊維層をゴムで被覆したゴム引布から成る。図-2 にゴム引布の概念図と断面写真を示す。ゴム堰の維持管理や余寿命予測のためにはゴム引布の基本的な機械特性を把握することが必要である。そこで、本研究では実際のゴム堰用ゴム引布を一例として用い、実機の運用条件を考慮したいくつかの条件下で材料試験を行った。具体的にはそれぞれ乾燥および水環境下で引張試験およびクリープ破断試験を行い、ゴム引布の応力 - ひずみ関係と強度の時間依存性を確認した。



図-1 ゴム堰の概観例

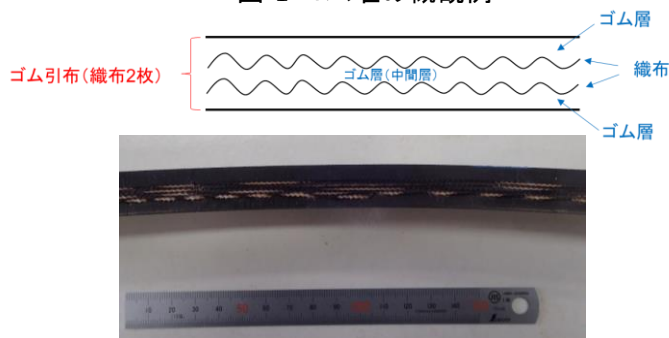


図-2 ゴム引布の概念図と断面

2. ゴム引布の静的強度特性

これまでの調査でゴム袋体の損傷形態は多種あることが分かっているが、そのうちゴム引布の強度に関するものについて検討する。そのために、実際のゴム堰用ゴム引布を用い引張試験を行った。

今回、設計強度 500N/mm、繊維層数 3+1ply、ゴム種別:EPDM、厚さ約 14mm のゴム引布を用い、ダンベル形状の JIS-A 型試験片にて引張試験を行った。実際のゴム堰は、ゴム引布が水環境下に置かれ、表面ゴムの摩耗などがあった場合には繊維層に水が浸入することもある。このため、乾燥状態と繊維に実際より十分に水を含ませた湿潤状態の試験片を用意し、それぞれの特性を比較することとした。

試験片は大別すると、ゴム引布が製造時に加熱加硫により接合され繊維に切れ目が生じるため強度的な弱点箇所となる接合部と、それ以外の中間部の 2 種である。試験条件は乾燥状態の Dry と、真空引きにより繊維を十分に含水させた Wet を比較した。表-1 に引張試験の試験条件と得られた引張強度と伸び等についての結果一覧を示す。

図-3 に引張強度の比較図を示す。これらより、Dry に比べ Wet では約 10%ほど破断強度が下がる傾向が

表-1 引張試験の試験条件と結果一覧

部位	試験荷重方向	乾燥/水	含水率 (質量分率) %	設計強度 N/mm	引張強度 N/mm	引張強度/ 設計強度	伸び %	強度比 (水中/乾燥)	伸び比 (水中/乾燥)
接合部1	袋体 周方向	Dry	-	500	527.9	1.06	38.8	-	-
"		WET	2.86		476.8	0.95	33.5	0.90	0.86
接合部2		Dry	-		538.2	1.08	25.5	-	-
"		WET	2.88		487.3	0.97	23.1	0.91	0.91
接合部3		Dry	-		551.0	1.10	27.4	-	-
"		WET	3.01		565.1	1.13	22.3	1.03	0.82
接合部4		Dry	-		610.6	1.22	26.8	-	-
"		WET	2.76		531.7	1.06	24.2	0.87	0.90
中間部 縫あり1		Dry	-		614.6	1.23	27.5	-	-
"		WET	2.19		547.8	1.10	23.4	0.89	0.85
中間部 縫あり2		Dry	-		556.0	1.11	22.9	-	-
"		WET	2.89		513.0	1.03	21.9	0.92	0.95
中間部 縫なし	袋体 長手方向	Dry	-	500	579.7	1.16	27.3	-	-
"		WET	2.31		513.8	1.03	25.7	0.89	0.94

キーワード ゴム堰、ゴム袋体、ゴム引布、引張試験、クリープ、損傷対策

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 (国研) 土木研究所 材料資源研究グループ

TEL. 029-879-6763 E-mail : t-nakamura55@pwri.go.jp

見られた。破断時の伸びについては、表-1 から Dry に比べ Wet では約 5～18%低下したことがわかる。これらの結果について、Wet 時のゴム引布の強度の低下は、文献²⁾が示す水分を含んだ場合の繊維の引張強度の低下とほぼ同じ割合であった。

図-4 に接合部 4 の試験結果である応力ひずみ線図の例を示す。この曲線からは材料の塑性変形と延性破壊の傾向が確認されず、試験したゴム引布では弾性域での破壊傾向が見られた。

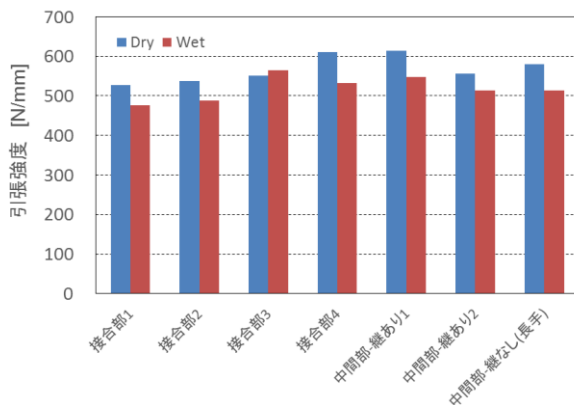


図-3 引張強度の結果比較

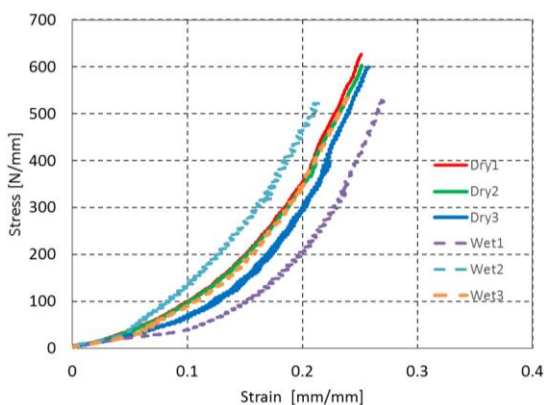


図-4 応力ひずみ線図(接合部 4)

3. クリープ破断試験

引張試験と同じゴム引布を用いクリープ破断実験を行った。使用した試験片は袋体中間部で、外寸は 500×43mm で 20mm のくびれ部を設け試験片中央に引布強度の最弱部である繊維継目部が位置するようにし、その部位に破断が生じる試験設定とした。実験環境は乾燥状態で、約 20～30℃の室温で試験を行った。

前報で本試験のクリープ破断線図を示した¹⁾。図-5 にクリープ破断試験より得られたクリープ線図を示す。ひずみは大変形用ひずみゲージにより測定した。

この結果、ゴム引布には初期の繊維クリープとその後の定常クリープがあり、破断時に加速クリープを起こすことがわかった。この挙動よりゴム引布が常温で粘弾性特性を有し、変形に時間依存性があることがわかった。

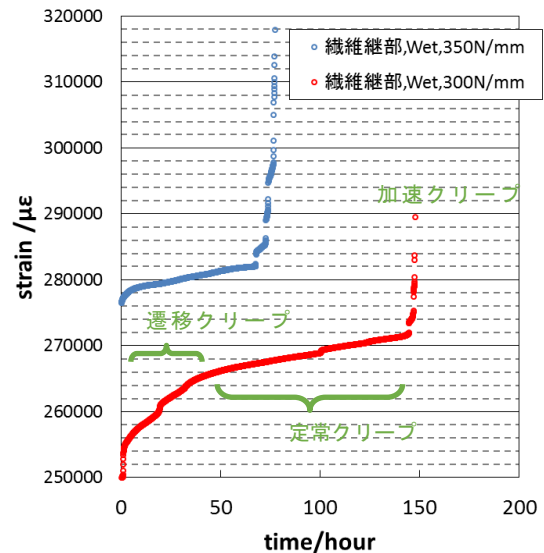


図-5 クリープ破断試験でのクリープ曲線

4. まとめ

本研究では、ゴム堰用ゴム引布の基礎的な機械特性を把握するため引張試験とクリープ破断試験を行った。その結果、以下のことがわかった。

- (1) 繊維に十分含水させた水環境下での引張強度は乾燥時のものに比べ 10%程度低下したが、弱点箇所（繊維継目）の接合物を含め運用上十分な強度であった。
- (2) 試験したゴム引布の応力ひずみ線図からは塑性変形の傾向は見られなかった。
- (3) クリープ試験から、ゴム引布はその変形が時間依存性を示すクリープ特性を有し、常温で粘弾性の性質を持つことが分かった。

以上の結果から新製品に近いゴム引布の基本特性の一例を把握した。今後、実際の老朽化したゴム堰の管理手法検討のために、弱点箇所の接合部に注目し、劣化したゴム引布において同様の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 中村崇, 新田弘之: ゴム引布製起伏堰のゴム袋体の損傷対策に関する基礎的検討, 第 43 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2016.3
- 2) 繊維便覧第 3 版, 繊維学会, P921, 2004