

(取) 電力中央研究所 正会員 小林精一
 " " 田辺忠顕
 九州電力(株)総合研究所 " O中島隆士

1. まえがき

護岸やトンネル等の長大構造物においては、コンクリートの伸縮、収縮、地震に対する安定上の問題から構造に継目を設けることが多い。このさい、各構造をつなぐ継目枚は、相互の相対変位に十分追従でき、かつ長期にわたり止水性を保持できることが望ましい。そこで、筆者等は、継目枚の地震時変形特性と止水性能を知るために以下の実験を試みた。材料は非加硫ブタールゴムのみ、ゴム止水板と非加硫ブタールゴムの複合枚、そして、非加硫ブタールゴムの中に鉄板(0.4mm)の芯枚が入ったものの3種類である。継目枚を使用する構造物の形状を考慮すれば、コーナー部が最も弱点となることが予想されたので、コーナー部の形状は矩形と円形の2種類とし、曲率の影響を検討した。また、継目枚はA~Fタイプの6通りを考えた。試験の種類は水圧試験、強制変位試験、フリー試験の3通りである。

2. 試験方法

図-1は変形試験装置を示したもので、図-2に3種の試験体を示す。この試験体を用いて次の試験を実施した。すなわち、水圧2.5kgf/cm²を作用させつつ行う1.5Hz、30波、±3.0cmの強制変位試験で、強制変位としては管軸方向変位(引張-圧縮)、管軸直角方向変位(せん断)、管軸回転方向変位(ねじり)の3種類である。ただし、管軸方向の場合には水圧をかけていない。この後、さらに水圧を保持して試験後の水圧変化ならびに時間経過に伴う継目枚半径方向の変形量と測定した。継目枚は、Aタイプ、Bタイプ、Cタイプの一層構造、Dタイプ、Eタイプ、Fタイプの三層構造とした。(図-3参照)。なお、Aタイプの一層構造ではI型試験体で、B・CタイプはII型、III型試験体であり、D・E・FタイプではIII型試験体で試験を行なった。

3. 試験結果

試験の結果は表-1に示すとおりである。いずれの場合にも30波強制変位試験を行なっている最中には、漏水などの現象はみられなかったが、水圧保持状態での時間

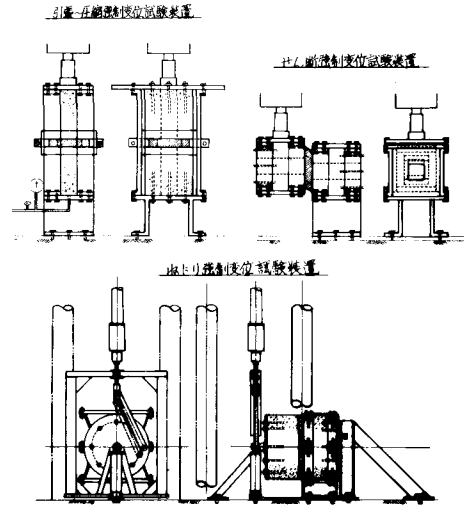


図-1 変形試験装置

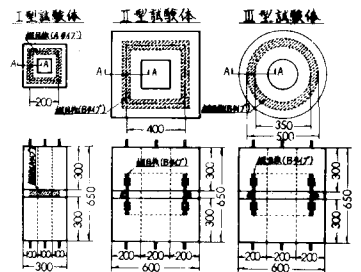


図-2 試験体

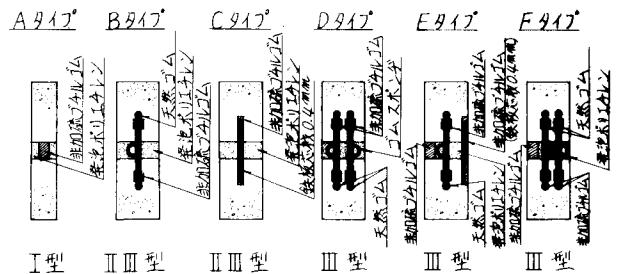


図-3 継目枚詳細 (A-A断面)

経過に伴うクリープ試験において、Bタイプの円形試験体以外はすべて破損し（矩形試験体はコーナー部より破損）、コーナー部の曲率が大きく影響することが明らかとなった。表-2は二層構造のD、三層構造のEタイプの試験結果であり、一層構造と比較して水圧、せん断試験の変形量、および、クリープ量ともに小さくなっている。

なお、クリープ量は5時間経過後も増加しなかった。以上より、継目構造の具備すべき条件がほぼ明らかとなったが、さらに、安全を期すために、次の構造を考案し、試験を行なった。

継目材は基本的にはBタイプが中心部で二層とし、Aタイプを水圧側外面に取付ける全体としての三層構造とする継目構造である（Fタイプ）。このFタイプに対して試験を行なった結果、表-3、図-4～図-7が得られた。Fタイプは各種強制変位試験後の止水性能

は良好であり、250時間でのクリープ量も0.3mmと非常に小さくなっている。以上を要約すると、継目材としては鉄板などが入らないゴム系のもので出来ているものを使用すること、コーナー部は大きな曲率をもたせること、2重、3重とすれば変形も極く少くできて継目構造として適切であること、などが判明した。

表-1 一層構造継目材の水圧変化および時間経過に伴う変形、止水性能

試験体型式	継目材形状	試験項目	試験時水圧	試験時水圧変化による変形状況	時間経過に伴う変形状況
II型	Bタイプ	せん断	$\pm 0.84 \sim \pm 0.41$	2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は40%程度	変形は漸次増大して最大変形量57%程度の210分経過後、継目材コーナー部より破損
III型			$\pm 0.62 \sim \pm 0.35$	2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は24%程度	240分まで試験を継続したところ、130分より最大変形量2.3%程度でほぼ一定
II型	Cタイプ	せん断	$\pm 2.61 \sim \pm 1.24$	2.0 MPaの水圧に対する最大変形量は24%程度	110分経過後（最大変形量80%程度）鉄板の湾曲が大きくなり継目材ラバーパッキングがゴムに接触して破損
III型			$\pm 2.44 \sim \pm 1.20$	2.0 MPaの水圧に対する最大変形量は18%程度	変形は漸次増大して最大変形量67%程度の330分経過後、II型試験体同様に破損

表-2 二層構造継目材の水圧変化および時間経過に伴う変形、止水性能

試験体型式	継目材形状	試験項目	試験時水圧	試験時水圧変化による変形状況	時間経過に伴う変形状況
III型	Dタイプ	せん断	$\pm 2.55 \sim \pm 1.69$	2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は19%程度	1200分まで試験を継続したところ、300分より最大変形量0.4%程度でほぼ一定
	Eタイプ	せん断	$\pm 3.85 \sim \pm 2.55$	2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は14%程度	250分まで試験を継続したところ、50分より最大変形量0.61%程度でほぼ一定

表-3 三層構造継目材の水圧変化および時間経過に伴う変形、止水性能

試験体型式	継目材形状	試験項目	試験時水圧	試験時水圧変化による変形状況	時間経過に伴う変形状況
III型	Fタイプ	せん断	1 2.70 ~ 2.57	P=2.5保持 2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は0.18%程度	8500分の長時間経過に対する最大変形量0.23%程度
			2 2.85 ~ 2.55	P=2.5保持 2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は0.30%程度	16000分の長時間経過に対する最大変形量0.30%程度
			3 2.92 ~ 2.60	P=2.5保持 2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は0.39%程度	7200分の長時間経過に対する最大変形量0.18%程度
	せん断		1 2.82 ~ 2.40	P=2.5保持 2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は0.22%程度	7200分の長時間経過に対する最大変形量0.24%程度
			2 2.63 ~ 2.15	P=2.5保持 2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は0.17%程度	16000分の長時間経過に対する最大変形量0.12%程度
			3 3.27 ~ 2.28	P=2.5保持 2.5 MPaの水圧に対する最大変形量は0.34%程度	15000分の長時間経過に対する最大変形量0.14%程度

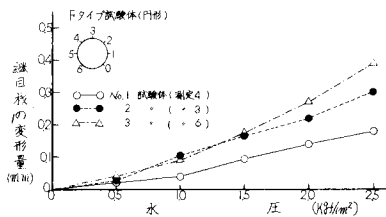


図-4 せん断試験後の水圧変化に対する継目材の変形性能

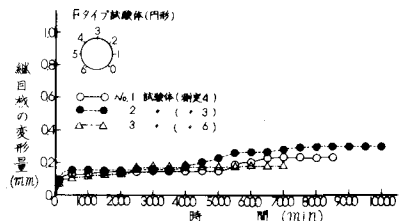


図-5 せん断試験後の時間経過に伴う継目材の変形性能

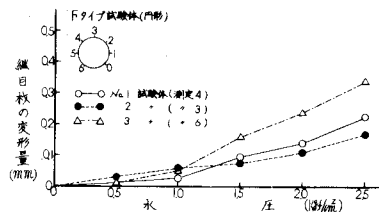


図-6 ねじり試験後の水圧変化に対する継目材の変形性能

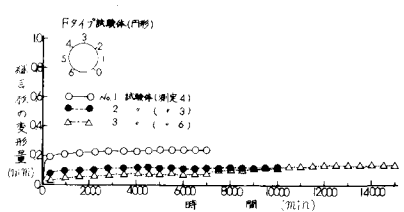


図-7 ねじり試験後の時間経過に伴う継目材の変形性能