

佐藤工業（株） 正会員 ○稲田広文
 佐藤工業（株） 正会員 安倍誠之
 佐藤工業（株） 正会員 湯田友夫
 佐藤工業（株） 松原 啓

1 はじめに

トンネルの覆工コンクリートの要求品質の一つとして防水性すなわち漏水しないがある。漏水は貫通ひびわれからも発生するが、その多くはコンクリートの打継目から発生する。打継目からの漏水対策としては、従来の止水板（金属性、ゴム製、合成樹脂製など）とは根本的に異なったシール機構によって止水する水膨脹性止水板が多く使われるようになってきた。そのシール機構は吸水により膨脹しコンクリートと密着することにより、また自己膨脹圧により水みちを塞ぎ止水するものである。本報告は代表的水膨脹性止水板の止水効果に関して、同一条件下で実施した比較性能試験結果についてとりまとめたものである。

2 試験材料・試験方法

試験は、膨脹圧、破壊、漏水試験とし試験材料としては表-1に示すように5種類とした。

2-1 膨脹圧試験

図-1に示すように止水板を長さ100 mmに切断し、拘束型枠にはめ込み、水槽（20℃）に浸して、吸水膨脹による平面圧力をロードセルにて測定した。

2-2 破壊試験

図-2に示すようにφ10×20cmの円柱供試体および30×30×50cmの角柱供試体の中央に止水板を埋込み、円柱供試体は水浸せずにそのままで行い、角柱供試体については、コンクリート打設後約1日で水浸させ、それぞれひびわれの発生を観察した。なお、巻厚の違いによるひびわれの発生を観察するため、15×15×15cm、20×20×20cmなどの角柱供試体でも同様の試験を行った。

2-3 漏水試験

図-3に示すようにφ10×20cmの円柱供試体に止水板を接着剤で貼付け、注水口から止水板の下端までは洋紙により水が止水板まで到達するようにし立方供試体（30×30×30cm）の中央に設置し、コンクリートを打設した。コンクリート打設後7日間気中養生し、その後加圧装置より3, 4, 6, 8, 9 kgf/cm²と昇圧し、止水効果を確認した。

3 試験結果および考察

表-1 試験材料

試験	A	B	C	D	E
体積膨脹率	1.6倍	2倍以上	1.2~1.3倍	約4倍	約1.1倍
主成分	クロロプレンゴム 水膨脹性樹脂	特殊発泡ゴム	特殊 ネオプレンゴム	特殊合成ゴム	特殊合成ゴム
形状 (mm)					
備考	初期の膨脹圧を 高めるため、表面 にコーティング有				

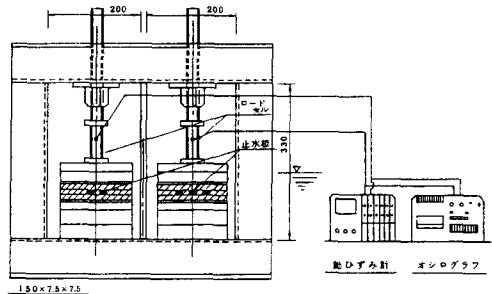


図-1 膨脹圧試験

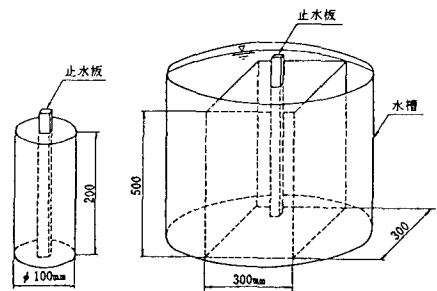


図-2 コンクリートの破壊試験

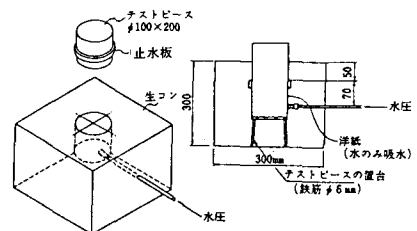


図-3 漏水試験

3-1 膨脹圧試験

最大膨脹圧の大きい順から並べるとA (61.3 kgf/cm^2) > B (25.4 kgf/cm^2) > C (10.5 kgf/cm^2) > E (9.3 kgf/cm^2) > D (2.3 kgf/cm^2) となる。A, Bタイプは、浸水1日経過後より急激に膨脹圧が上昇し、Aタイプは150日以降より収束しBタイプは50日以降より収束している。C, D, Eタイプは10日前後までに膨脹圧が発生し、その後は収束している。

長期については不明なため、引続き計測を行い、止水板の特性を把握する必要があると考えられる。

以上の試験結果を図-4に示す。

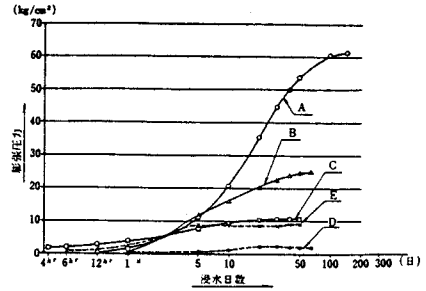


図-4 膨脹圧力

3-2 破壊試験

かぶり厚3.5 cm（巻厚9 cm）の場合、A, B, Cタイプの止水板にコンクリート脱型後（約20時間）でひびわれが発生した。その時点の圧縮強度は、 9.6 kgf/cm^2 で引張強度は 1.0 kgf/cm^2 である。Aタイプではかぶり厚18.5 cm（巻厚40 cm）以上、Bタイプではかぶり厚9 cm（巻厚20 cm）以上、Cタイプではかぶり厚5 cm（巻厚12 cm）以上、D, Eタイプではかぶり厚3.5 cm以上ではコンクリートが破壊しなかった。

かぶり厚が10 cm以上の場合、Aタイプを除いた他の止水板は、コンクリートを破壊することがないと考えられる。またBタイプについては、かぶり厚10 cm以下の場合、サイズを小さくすれば問題がないと考えられる。

以上の試験結果を表-2に示す。

表-2 破壊試験結果

被り厚 (cm)	巻厚 (cm)	止水板の種類					クラック発生時の強度	
		A	B	C	D	E	圧縮強度 Kgf/cm ²	引張強度 Kgf/cm ²
3.5	9.0	×	×	×	○	○	9.6	1.0
5.0	12.0	×	×	○	○	○		
6.5	15.0	○	○	—	—	—		
9.0	20.0	—	○	—	—	—		
14.0	30.0	×	○	○	○	○		
18.5	40.0	○	—	—	—	—	71.3	7.8
備考		Bタイプについてメーカーでは巻厚20 cm以上としている。						

3-3 漏水試験

注水圧 3 kgf/cm^2 では、A, B, Cタイプは注水直後から完全に止水された。D, Eタイプは注水後3時間で漏水が発生し、11日目で止水された。注水圧 9 kgf/cm^2 では、A, B, Cタイプは注水直後から完全に止水された。D, Eタイプは注水圧 6 kgf/cm^2 で漏水しており、完全に止水されるまでにはいかなかった。

膨脹圧が 10 kgf/cm^2 以上のA, B, Cタイプではコンクリート打設終了後から止水性能は良いが、膨脹圧が 50 kgf/cm^2 前後の大きいAタイプは、ひびわれが発生する可能性があるため漏水対策としては、逆効果になると考えられる。

以上の試験結果を表-3に示す。

表-3 漏水試験結果

	注 水 圧	注 水 時 間	止水板の種類	
			A, B, C	D, E
注 水 試 験	3 kgf/cm ²	直後	漏水なし	漏水なし
		30分	"	"
		1 hr	"	"
		3 hr	"	漏水発生
		1日	"	漏水 有
		11日	"	止水された
	4 kgf/cm ²	1日	"	漏水発生
	6 kgf/cm ²	1日	"	"
	8 kgf/cm ²	1日	"	"
	9 kgf/cm ²	直後	"	"
2 hr		"	漏水 有	
8日		"	"	
16日		"	若干にじむ	
備 考		比較の為、止水板を用いずに試験を行った結果、注水圧3kgf/cm ² で30分後に漏水が発生した。		

4 おわりに

水膨脹性止水板の性能について、同一条件下で比較試験を実施した。様々なサイズの止水板があるが今回の試験に用いた止水板についてもサイズを変えることにより使用出来る可能性がある。水膨脹性止水板の使用を検討する場合は、事前に今回のような止水効果についての試験を行い、その安全性を確認してから使用する必要がある。

参考文献

山本、貝沼：シールドセグメントの高水密ジョイントについて、電力土木、No. 192, 1984