

VI-5 かとう機能を有するボックスカルバートの開発

日本興業(株) 正会員 ○松山 哲也

愛媛大学 正会員 矢田部龍一

高松高専 正会員 長友 克寛

(有) 創友 正会員 宮崎 洋一

1. はじめに

地震等により地盤が変形した場合、地中に設置されているプレキャストコンクリート製ボックスカルバート（以下 PcaBox）は、地盤に追従して変形することがこれまでの実績で明らかになっている。しかし、従来の PcaBox の接続用継手は、地盤の変形に十分追従できるものではなかった。本来、継手には、低応力時での弾性変形性能だけでなく高応力時での変形性能が求められるからである。そこで、高応力時の継手の変形性能を向上させるために、連結ボルトに緩衝材を取り付けた継手を考案した。そして、この継手に使用する緩衝材の圧縮試験を行った。設計計算の地震時において、PcaBox の継手には曲げおよび引張が作用する¹⁾。そこで、実物 PcaBox に本継手を取り付けて曲げ実験を行った。その結果、本継手の変形性能を確認した。

表-1 緩衝材試験結果

記号	寸法 (mm)					降伏荷重(kN)			
	厚さ	長さ	幅	高さ	孔	試験体番号			平均値
	t	L	b	h	φ	NO.1	NO.2	NO.3	
MU-2-3	2.0	75	50	25	22	28.92	28.69	28.59	28.73

2. 緩衝材の圧縮試験

緩衝材を継手として使用する場合、緩衝材は連結ボルトを介して圧縮力を受ける。そこで、緩衝材の力学特性確認のために圧縮試験を行った。本報告では、試験を行った緩衝材のうちの1種類について記す。緩衝材試験体の形状寸法を表-1に示す。試験体は、SUS304のU型形状の緩衝材とナットおよびプレートを1組とし、3組の試験を行った。载荷は、万能試験機を使用して荷重および鉛直変位を計測した。表-1に試験結果の降伏荷重を示す。また、図-1から図-4に緩衝材の変形状況を示す。図-2は弾性変形状態、図-3は降伏状態、図-4は降伏後の変形状態である。図-5に試験結果を示す。同図からわかるように、荷重が約25kNまでは弾性的な挙動を示し



図-1 荷重載荷前

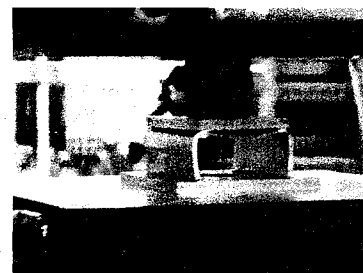


図-2 荷重載荷後1

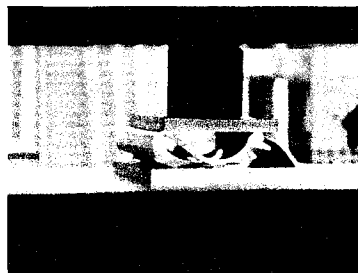


図-3 荷重載荷後2



図-4 荷重載荷後3

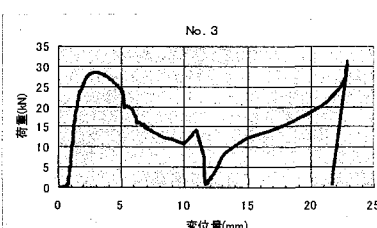
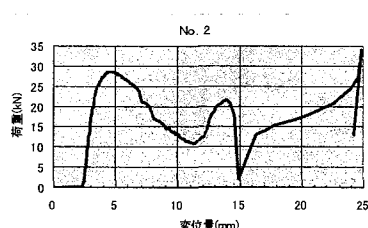
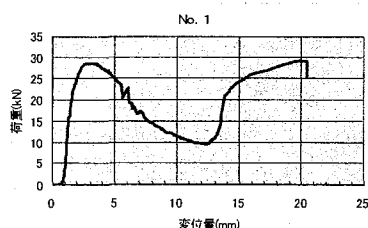


図-5 荷重-変位曲線

た。その後荷重が約 29kN 付近で降伏した。さらに載荷を続けると荷重は減少し、変位が増加した。そして、荷重が再び増加し、変位も増加した。3 組の試験体による試験結果から、緩衝材は、低応力での弾性変形性能と高応力での塑性変形性能を有することを確認した。

3. 継手実験

前述の緩衝材の効果を確認するために、実物供試体を作製して継手実験を行った。試験体は PcaBox を使用した。形状寸法を表-2、配筋を表-3、使用材料を表-4に示す。PcaBox2 個を 4 本の継手で接合した。載荷装置を図-6に示す。鉛直変位の計測位置は、中央 2 箇所と支点 2 箇所とした。連結ボルトのひずみは、底版側連結ボルト 2 本に各 6 箇所、頂版側連結ボルト 2 本に各 2 箇所とした。コンクリートのひずみは、側壁頂版側 4 箇所、同底版側 2 箇所とした。自重の載荷は、4 個の油圧ジャッキによる継手部の支持解放で行った。そして、底版側の緩衝材が降伏する荷重まで載荷し、除荷した。実験の結果、中央部変位は緩衝材の降伏変形により、9.4mm 発生した。同時に、PcaBox の接合目地が約 4mm 開いた。連結ボルトの平均ひずみを図-7 および図-8 に示す。これによれば、連結ボルトのひずみは、荷重が 58kN までは荷重に比例して増加した。そして、底版側の緩衝材の降伏により連結ボルトのひずみは頂版側が +700 μ 、底版側は -120 μ 変化した。また、コンクリートのひずみは微小であり、ひび割れ等の変状は見られなかった。

5. 結論

結論として以下のことが挙げられる。PcaBox の継手として、本緩衝材を使用して曲げが作用した場合、連結ボルトのひずみは曲げの増加に比例して増加する。そして、緩衝材が降伏するとひずみは減少することが明らかになった。以上のことから、本緩衝材を PcaBox の継手として使用した場合、低い応力では、弾性変形し、高い応力が作用した場合、降伏変形による応力低減が可能である。その場合、設計で要求される変形性能と耐力に応じた継手の選定を行うことが必要である。

参考文献

- 1) (社) 日本下水道協会：下水道施設の耐震対策指針と解説-1997 年版-、1997.8

表-2 試験体の形状寸法

呼び寸法	内幅 (mm)	内高 (mm)	有効長 (mm)	厚さ (mm)			ハンチ高 (mm)
				頂版	底版	側壁	
1000×1000	1000	1000	2000	130	130	130	150

表-3 試験体の配筋

位置 項目	内側			外側	ハンチ	配筋筋
	頂版	底版	側壁			
鉄筋呼び名	D13	D13 D10	D10	D10	D10	D10
間隔(mm)	125	125	125	125	250	250

表-4 試験体の使用材料

コンクリート				
粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	養生方法	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (G Pa)
20	41	蒸気	42.1	18.3
連結ボルト				
材質	呼び名	長さ (mm)	引張強さ (N/mm ²)	ヤング係数 (G Pa)
SUS304	M12	600	520	193
緩衝材				
材質	部材厚 (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	長さ (mm)
SUS304	2	50	25	60

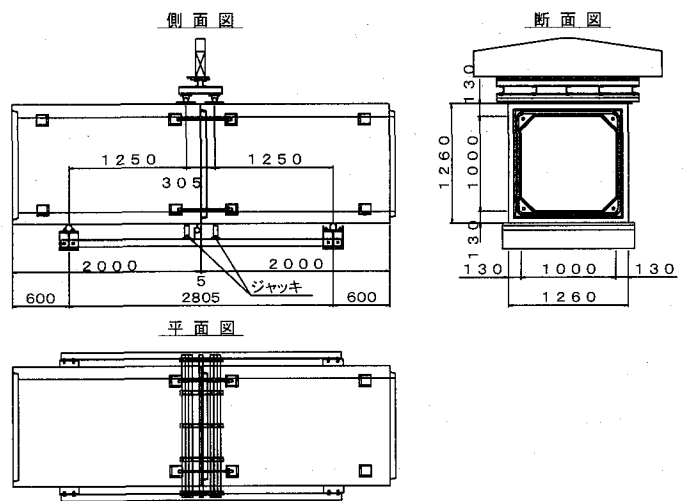


図-6 載荷試験装置

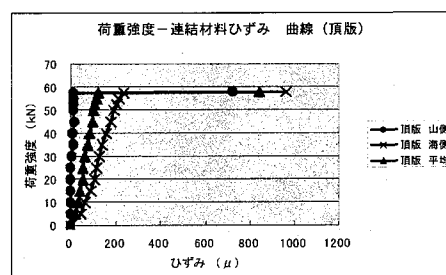


図-7 頂版側のひずみ

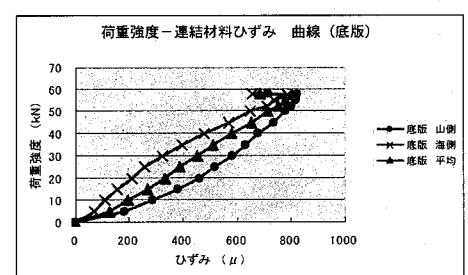


図-8 底版側のひずみ