

頂版変形ボックスカルバートの実証実験ーヘキサカルバート

(株)技研 正会員 ○後藤 琢磨
スーパーボックス工業会 非会員 鷲尾 晴実
八戸工業大学 正会員 長谷川 明

1. はじめに

頂版端部に 45 度の傾斜をつけるように変形させたプレキャストボックスカルバートーヘキサカルバート (SBC-II) は、構造特性及び経済性において、従来のボックスカルバートとアーチカルバートの中間に位置するカルバートで、今後の道路建設において多くの採用が期待されている。

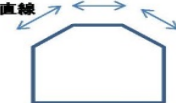
3種工法比較									
		ボックス型(従来技術)			ヘキサ型(新技術)			アーチ型(従来技術)	
概要図									
		(幅6.0×高5.5)			(幅6.0×高6.8)			(幅6.0×高8.5)	
土被りタイプ	5m	製品重量(kg)	391,060	100%	360,290	92%		352,530	90%
		製品金額(円)	13,687,000	100%	14,412,000	105%	×	17,627,000	129%
		据付費(円)	1,290,169	100%	1,525,297	118%	×	1,610,149	125%
		計	14,977,169	100%	15,937,297	106%	×	19,237,149	128%
	15m	製品重量(kg)	751,900	100%	585,900	78%		555,700	74%
		製品金額(円)	26,317,000	100%	23,436,000	89%	×	27,785,000	106%
		据付費(円)	1,998,194	100%	1,986,307	99%	×	2,067,749	103%
		計	28,315,194	100%	25,422,307	90%	×	29,852,749	105%
	25m	製品重量(kg)	876,000	100%	696,000	79%		634,500	72%
		製品金額(円)	30,660,000	100%	27,840,000	91%	×	31,725,000	103%
		据付費(円)	1,998,194	100%	2,531,137	127%	×	2,608,549	131%
		計	32,658,194	100%	30,371,137	93%	×	34,333,549	105%

図-1 比較表

今回、ヘキサカルバートの力学的特性を調査する目的で、設計計算で計算された応力が適正に評価しているかを確認する。有限要素法による数値解析によると、頂版中央の曲げモーメントによる破壊が先行すると考えられることから、載荷荷重 P によって発生する曲げモーメントとの比較を行うことで、試験体の性能を評価する。また、設計荷重を超える荷重を載荷したときの力学的挙動を調査することを目的とした。

2. 試験体、製作・設置

試験体は、実験室スペースおよび作業クレーン容量を考慮し、実物大試験体の上半分を用いるものとし、寸法は 6000 (幅) * 2250 (高さ) * 1000 (奥行き) で、(株)技研青森工場で作成した。鉄筋ひずみゲージは打設前、コンクリートひずみゲージは脱型後に貼付け、養生後、八戸工業大学へ運搬し、組立・据付を行った。また、試験体基部に取り付けられた 2 本の水平鋼棒で固定し、基部の水平方向の広がりを防止した。

実験 1 では、1 本の PC 鋼棒 (直径 40mm) が試験体の頂版中央点を通過するよう設置した。最大荷重は PC 鋼棒の耐力から 1300kN である。実験 1 では破壊まで至らなかったため、実験 2 では、2 本の PC 鋼棒を試験体外側に設置した。最大荷重は同様に 2600kN である。



写真-1 試験体設置状況(実験 2)

3. 載荷方法

荷重は、ヘッドスラブ (頂版) 中央にセットされた鋼棒 (直径 40mm) をジャッキ (最大荷重 2000kN) で緊張することにより、載荷版 (1500*660) により載荷する。載荷面は、ヘッドスラブ軸直角方向とした。

反力支持は、実験室床面 (厚さ 700mm) を使用した。載荷速度は、およそ 1kN/sec とゆるやかな速度とした。

載荷は、中央点での曲げモーメントが設計最大値に達すると考えられる 151.8kN (約 15tf) まで 1 方向載荷

キーワード 頂版変形, プレキャスト, ボックスカルバート, ヘキサカルバート

連絡先 〒030-0844 青森市桂木 4 丁目 3-14 (株)技研 技術部 TEL017-734-4033 e-mail tech@giken-pat.com

し、その後については、試験体の変形状況を確認しながら荷重を継続し、中央変位が 5.5cm 程度 (δ / 支間 5500 = 1/100) になるまで荷重した。なお、これ以前に、測定上危険な状況が発生したときは荷重を停止することとした。

4. 実験結果

(1) 荷重と変位

図-2 に、ヘッドスラブ中央に設置された変位計による、実験 1 及び 2 を合成した荷重変位曲線を示す。図-1 によると、約 500kN あたりで荷重変位曲線の傾きが変化しており、約 500kN で引っ張り側にクラックが発生したと推測される。

最大荷重は 1931.8kN、このときのヘッドスラブ中央変位は 14.2mm であった。この荷重は、中央点での曲げモーメントが設計最大値に達すると考えられる 151.8kN の 12.73 倍である。なお、実験 1 の最大荷重は 1309.6kN (同じく 8.63 倍) であった。このため、本試験体に対する設計計算は、十分な安全性を確保していると言える。

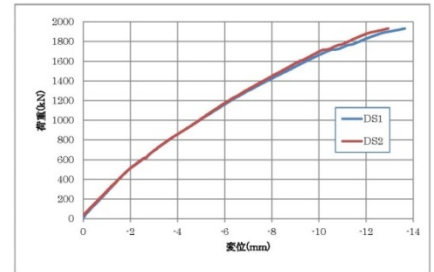


図-2 荷重変位曲線

(2) 荷重とひずみ

図-3 に、ヘッドスラブ中央断面に取り付けた 4 枚のコンクリートゲージの荷重ひずみ局線を描いた。図中、CHB2 および CHB3 は断面下端で曲げモーメントが大きくなるに従って正の引っ張りひずみが増大している。いずれのひずみも約 520kN (設計曲げモーメントに至る荷重 151.8kN の 3.43 倍) 付近で、それまでの弾性的挙動異なる挙動を示していることから、この付近でひび割れが発生したと考えられる。一方、CHU2 および CHU3 は断面上端ひずみで、破壊時の直前まで弾性的挙動を示している。

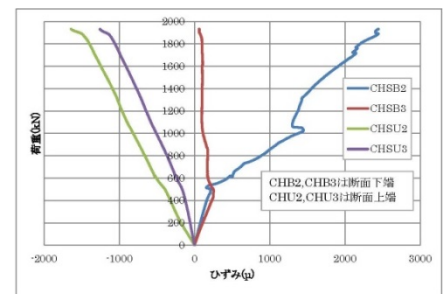


図-3 荷重ひずみ曲線

(3) ひび割れと破壊

ヘッドスラブ中央は、荷重とひずみの関係で述べたように、約 520 kN で引張側にひび割れが発生したと考えられる。

せん断ひび割れは、ヘッドスラブ両端部で発生した。目視では、約 1800kN 頃から発生し、最終荷重となった 1930kN 付近で急激に拡大し破断に至っている。

破壊は、ヘッドスラブのせん断破壊と、ヘッドスラブとサイドウォール接合部の PC 鋼材の破断が、ほぼ同時に発生した。これは、本載荷荷重に対しては、ヘッドスラブのせん断耐力と、接合 PC 鋼材の耐力のバランスが適正であると言える。

破壊には至らなかったが、ヘッドスラブ中央下端の曲げひびわれも、フラットスラブ高さの中央までひび割れが進展していたこと、ひび割れ幅も大きなものになっていたことを考えると、本載荷荷重に対して、最終的な破壊時まで構造全体の耐力のバランスが良く保たれていたと言える。

また、最終的な破壊後も、構造物の大きな面外変形は発生しなかった。また、破壊したフラットスラブも、ヘッドスラブとサイドウォール接合部分にとどまって落下することはなかった。

5. 終わりに

本実験により頂版変形ボックスカルバートーヘキサカルバートの力学的特性が示された。破壊時までの構造全体の耐力のバランスが良く保たれていたことから、今後、多くの施工事例が生まれることを期待すると共に、安全で正確な施工方法や、傾斜角を変化させた場合の挙動などを検証・整理して、技術の向上に努めたい。



写真-2 ひび割れ(ヘッドスラブ中央)



写真-3 破壊状況