

ボックスカルバートに六角形を使用した形状改善

八戸工業大学 学生会員 ○赤石 恵利奈
中国 新疆大学 阿甫江木西
(株) 技研 正会員 後藤 琢磨
八戸工業大学 正会員 長谷川 明

1. はじめに

道路横断施設などとして利用されているボックスカルバートの形状には、長方形が多く使われている。土被りの大きい長方形断面の場合には、頂版で大きな曲げモーメントが発生することから、この改善に六角形を使用したボックスカルバート（ヘキサカルバート）が開発されている。そこで、この六角形を使用したボックスカルバート（ヘキサカルバート）形状の力学的特徴を解析的に考察した。解析には有限要素法を利用した。

2. 長方形断面、円断面との比較

同一断面（5m×8m）を確保する長方形断面、六角形断面、および円断面との比較を行った。使用される鉄筋コンクリート量も同一とし、断面の肉厚は、長方形、六角形、および円で、それぞれ、524.7、500、および473.6mmとした。

(1) 計算条件

- A) 材料条件：コンクリートは強度30MPaの非線形特性、鉄筋は降伏応力355MPaのバイリニア特性を有するものとした、直径22mmの鉄筋を8本（1mあたり上下各4本）配置した。
- B) 荷重条件：有限要素法での計算を簡易にするために、周囲圧一定の水圧を受けることとした。拘束条件：上下中心位置を鉛直、水平方向に拘束する。

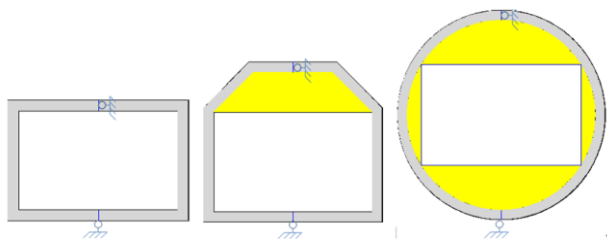


図-1 長方形、六角形、および円断面

(2) 計算結果と考察

水深を50cm毎に変化させ、破壊する直前まで計算した。

- A) 変位比較：図-2に3つの形に圧力を作用させたときの頂版中央の鉛直変位を示す。同一水深での変位としては長方形、六角形、円の順に大きい。5m水深では、長方形、六角形、円の順に、それぞれ、5.5、2.9、および0.2mmとなっている。

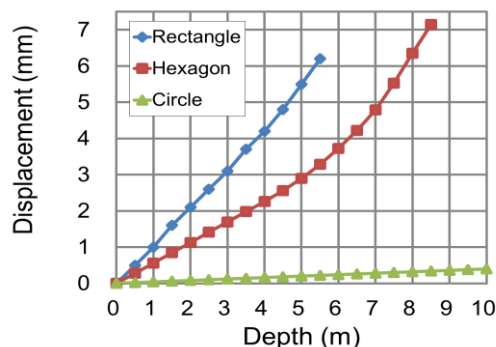


図-2 水深と頂版中央鉛直変位

- B) 応力比較：図-3に発生した頂版中央鉄筋の最大相当応力を示した。長方形では3.5m、六角形では5.5mから急激に増大することが示された。

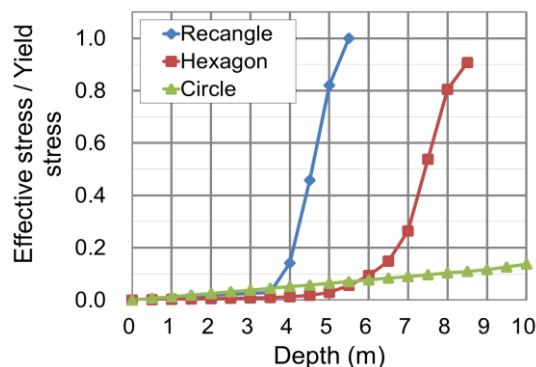


図-3 土被りに対する応力

この結果、六角形断面は、長方形と円断面の中間的な特性を有すると考えられる。

キーワード ボックスカルバート、形状、六角形、プレキャストコンクリート

連絡先 〒031-8501 八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学 TEL 0178-25-8075 FAX 0178-25-8075

3. 六角形のパラメトリック解析

(1) 検討した形状

ここでは六角形の頂版形状に着目し、側板に対する頂板の角度と頂板の寸法をそれぞれ変化させた。具体的には、角度（ θ ）を22.5度、45度、67.5度、頂版幅（B）を2m、4m、6mとしそれぞれに対応させ全9種類を対象として計算した。これを図-4、5 および表-1に示す。計算条件は、前章と同一とした。

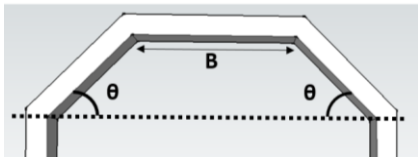


図-4 角度（ θ ）と頂版幅（B）



図-5 計算モデル

表-1 計算モデルとモデル名称

名称	B	θ	t（肉厚m）
H2-22.5	2	22.5	0.519
H2-45	2	45	0.489
H2-67.5	2	67.5	0.395
H4-22.5	4	22.5	0.522
H4-45	4	45	0.5
H4-67.5	4	67.5	0.431
H6-22.5	6	22.5	0.525
H6-45	6	45	0.514
H6-67.5	6	67.5	0.475

(2) 計算結果と考察

A) 変位比較：図-6に水深と頂版中央鉛直変位を示す。 θ が67.5度とした鋭角形状の六角形は負の変位となった。その他の形状では、H2-45が最小変位を示した。最も大きい変位を示したのは、H6-22.5であった。したがって、角度は45度、頂版幅は2mあるいは4mとすることが変位を少な

くできることが示された。

B) 応力比較：図-7に水深と頂版中央鉄筋の相当応力を示す。 θ が67.5度とした鋭角形状の六角形は浅い水深で破壊するなど、好ましい解析結果とはなかった。このほかのモデルでは、5.5mから応力が急激に増大し、7mから15mあたりで破壊している。強度が高いのは、H6-45、H2-45、H4-22.5となっていた。なお、H4-45は浅い水深では最も小さな応力を示していた。

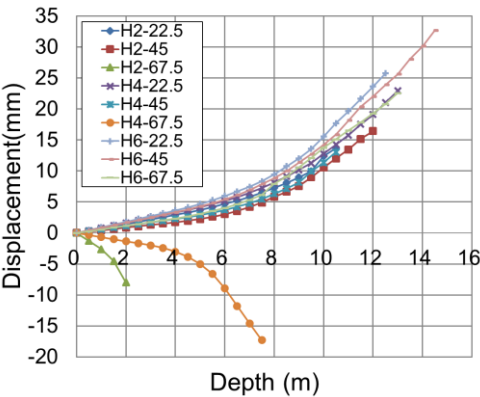


図-6 水深と頂版中央鉛直変位

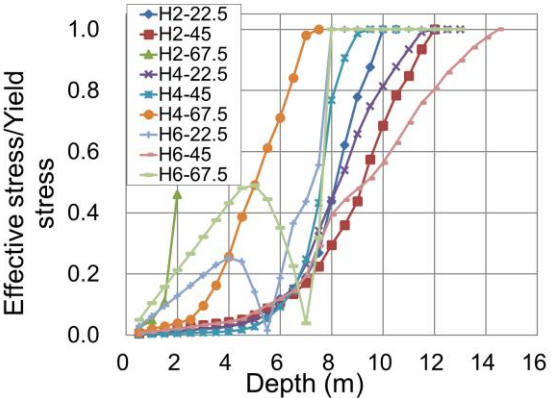


図-7 水深と頂版中央鉄筋の相当応力

4. おわりに

本計算は、プレキャストコンクリートボックスカルバートが、復興の迅速性のために多く使用されており、土被りの大きなボックスカルバートとして六角形を使用する工法が開発されたことに対し、形状改善の力学的特徴を考察したものである。その結果、六角形は長方形と円の間位置づけられ、また、鋭角や鈍角な六角形ではない方が力学的に優れていることが見いだされた。

参考文献

後藤琢磨、鷲尾晴実、長谷川明：頂版変形ボックスカルバートの実施実験―ヘキサカルバート、H26年講