

分割式プレキャストボックスカルバートの構造設計に関する一考察

共和コンクリート工業 正会員 ○松岡 智
共和コンクリート工業 正会員 近藤 和仁

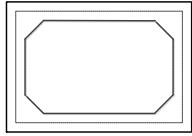
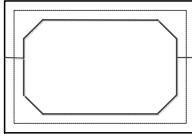
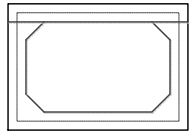
1. 目的

現場打ちボックスカルバートは、工期短縮、省人化、安全性向上などの観点からプレキャスト化されている。特に大断面の場合には、工場設備、運搬や架設重機の制約により分割製作され、施工現場において組立てられ機械式継手により剛結されている。分割式プレキャストボックスカルバートの構造設計は、これまで現場打ちボックスカルバートの設計方法と同様に行われており、組立時の接合状態の変化の影響を考慮することなく組立完成後の一体化構造として行っている。本研究では、分割製作されたプレキャスト部材によるボックスカルバートの組立時の自重による死荷重の影響を考慮して断面力を算定し、組立完成後は一体化構造として外力(土圧、輪荷重等)により発生する断面力を加算することで組立時に構造系が変化する分割式構造の場合と、これまでの一体化構造として算定した場合のプレキャストボックスカルバートの発生断面力を比較する。

2. プレキャストボックスカルバートの種類

ボックスカルバートの種類と構造形式の例を表-1に示す。

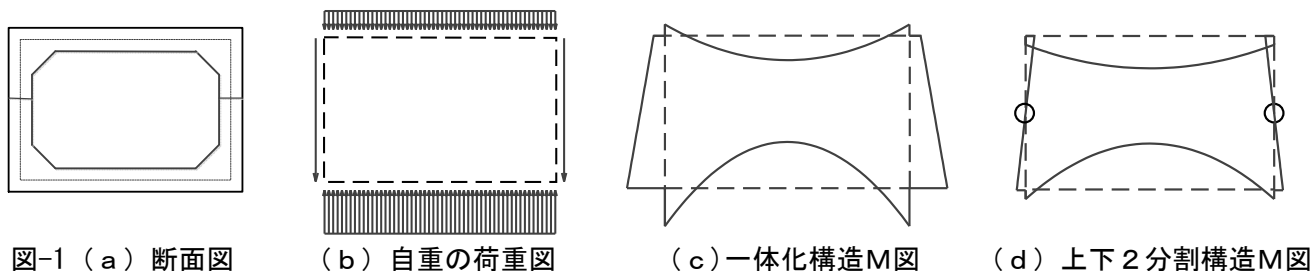
表-1 ボックスカルバートの種類と構造形式

構造名称	場所打ちボックスカルバート工法/ 一体構造のプレキャスト工法	上下2分割構造の プレキャスト工法	頂版分割構造の プレキャスト工法
断面図			
構造形式	一般的な一体構造	上下2分割した部材を 側壁で一体化した構造	頂版と側壁を 隅角部で一体化した構造*

*底版中央部を現場打ちコンクリートとする場合もある。

3. 構造設計の考え方

上下2分割式ボックスカルバートの断面図と自重による荷重図を図-1(a)および(b)に示す。組立時の分割状態の影響を考慮していない場合(一体化構造)の曲げモーメント図を図-1(c)に示す。上下2分割式ボックスカルバートの施工は、下部材を設置し次に上部材を設置する。設置時直後の接合状態は非剛結状態であり、曲げモーメント図を図-1(d)に示す。本来なら分割施工の影響を考慮して(d)のような断面力を考慮し、剛結合とした組立完成後に作用する土圧や輪荷重等を加算して断面力を算定する必要がある。この設計手順により、施工時の荷重状態の影響を考慮した構造設計が可能となる。なお、頂版と側壁を隅角部で接合する場合には、側壁の最上端で接合すると考えることで同じ考え方となる。



キーワード プレキャストコンクリート、分割式ボックスカルバート、接合

連絡先 〒700-0975 岡山市北区今2丁目6-10内田ビル301号

TEL 086-250-8516

4. 設計方法

上下2分割式構造のプレキャストボックスカルバートの具体的な設計方法は、FRAME (骨組) 計算により、まず接合部をピン接合とし自重による断面力を算出し、その後に剛接合 (一体化構造) として外力 (土圧、輪荷重等) について、従来と同様に所定の照査位置において各断面力を算出し、各断面力による応力度を加算して最終の応力度を算定する。

5. 接合状態の相違による鉄筋応力度の比較

5. 1 比較条件

上下分割式プレキャストボックスカルバート 30 断面について、組立時の接合状態を非剛結 (PIN) とした場合と剛接合 (FIX) とした場合の自重による断面力から生じる鉄筋の引張応力度を算出する。接合位置や断面寸法の記号を図-2、比較条件を表-2に示す。

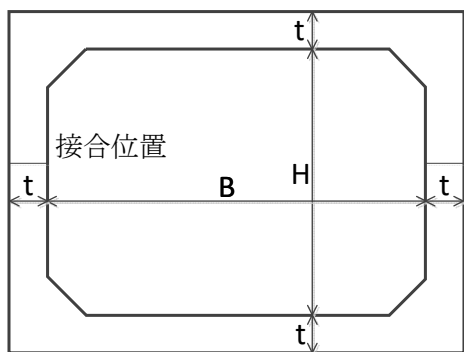


図-2 断面寸法の記号

表-2 比較条件 (単位: mm)

内空幅 H	5000	6000	8000	9000	10000	12000
内空高 B						
部材厚 t	300	400	500	600	700	800
鉄筋量 A_s (径-本/m)	D22 -6	D25 -6	D29 -6	D32 -6	D35 -6	D38 -6
2000	接 合 位 置	側壁部中央				
3000						
4000						
5000						
6000						

5. 2 計算結果

各接合状態 (PIN, FIX) における自重による鉄筋の引張応力度を算出し、それらの鉄筋応力度の差を表-3に図示する。非剛結状態 (PIN) では、頂版内側と底版内側の応力度は剛結合 (FIX) として構造設計している場合よりも鉄筋量は増加傾向にあるが、鉄筋総延長が長い外側の鉄筋量は減少傾向にある。よって、設計条件ごとに構造計算を実施することで、最適な断面形状や鉄筋量とすることが可能な場合があると考えられる。

なお、頂版と側壁上部の隅角部に発生する曲げモーメントは、PIN の場合では内側、FIX の場合では外側に生じており、正負が反転するため直接的な比較は行っていない。

表-3 計算結果

頂版中央		側壁下隅角	底版中央	底版隅角
応力状態	PIN > FIX	FIX > PIN	PIN > FIX	FIX > PIN
考察	常に PIN が大きくなり、断面が扁平になるほど差が大きくなる。 内空高にあまり影響されない。	常に FIX が大きくなり、断面が扁平になるほど差が大きくなる。 接合部が側壁中央に近いほど差が大きくなる。	常に PIN が大きくなり、断面が扁平になるほど差が大きくなる。 内空高にあまり影響されない。	常に FIX が大きくなり、断面が扁平になるほど差が大きくなる。 接合部が側壁中央に近いほど差が大きくなる。

6. 試設計による鉄筋量比較

6. 1 設計条件

分割式プレキャストボックスカルバートの接合条件と接合位置を変化させた場合の試設計を実施する。検討断面を図-3に示す。設計条件は、土被り1.0m、輪荷重T-25、N値10のバネ基礎とする。組立時の接合状態の相違による発生断面力以外は、カルバート工指針¹⁾により断面力を算出する。自重と外力(土圧、輪荷重)による荷重図を図-4に示す。

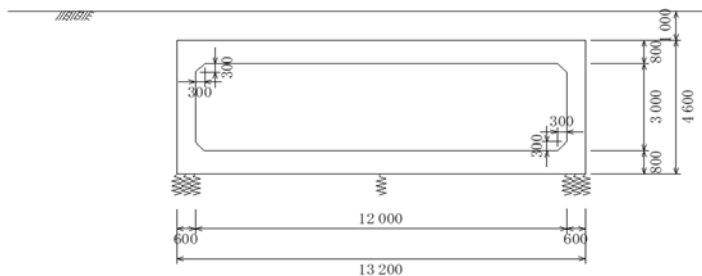


図-3 検討断面図

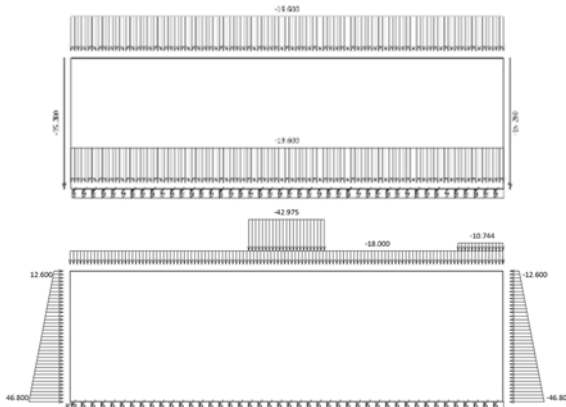


図-4 荷重図(上図:自重)(下図:土圧・輪荷重)

6. 2 計算結果

接合状態と接合位置の相違による曲げモーメント図の比較を図-5に示す。各断面力から求めた鉄筋径と本数、および鉄筋の総重量を表-4に示す。接合状態だけではなく図-5(b)と(c)のように、分割位置によっても頂版と底版の断面力分布は変化し鉄筋量が増減する場合がある。このように、接合状態および接合位置によっては、部分的には断面力が大きくなっても、全体では総鉄筋量が減少する場合があり、材料費を低減できる可能性がある。なお、せん断力についての設計照査は安全であることを確認している。

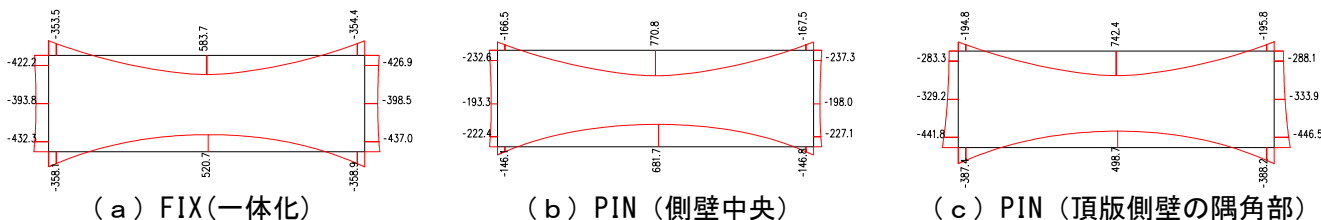


図-5 曲げモーメント図 (kN·m/m)

表-4 鉄筋量の比較

(1m当り)

接合状態	頂底版の内側鉄筋	外周の外側鉄筋	側壁内側の鉄筋	総鉄筋重量
FIX 構造 (一体化構造)	D35-6 本	D29-6 本	D16-6 本	3320kg (100%)
PIN 構造 (側壁中央)	D38-6 本	D19-6 本	D16-6 本	2890kg (87%)
PIN 構造 (頂版接合)	D38-6 本	D29-6 本	D16-6 本	3550kg (107%)

7. まとめ

- (1) 分割式プレキャストボックスカルバートを一体化構造として照査する方法と本研究で提案した接合状態の変化を考慮した方法では、生じる断面力分布は相違する。
- (2) 分割式プレキャストボックスカルバートの組立時の接合状態を考慮することで、より正確に応力状態を再現することが可能である。
- (3) 接合状態や接合位置を適切に設定することで、分割式プレキャストボックスカルバートの総鉄筋量を減少できる場合がある。

参考文献

1) 日本道路協会：道路土工カルバート工指針，pp. 91-152，平成 22 年 3 月