

V-63

大型 PRC ボックスカルバート載荷試験報告

八戸工業大学大学院 学生員 ○片岡 範俊
 八戸工業大学大学院 正会員 長谷川 明
 株式会社 技研 鷺尾 晴実

1.はじめに

ボックスカルバートは、道路を横断する場合に使用される道路土工では最も一般的な構造物である。小型のものでは道路を横断する水路、大型のものでは道路・鉄道などの通路として用いられている。ところが、現在使用されているプレキャストボックスカルバートは、架設地点までの運搬の理由から、小型構造物に限定されており、大型構造物では現場打設による構築が一般的となっている。そこで、大型ボックスカルバートを数部材の結合で構成させることによる工法を開発した。この工法によれば、一部は現場打設によるものの、大幅な工期短縮によって品質の高い経済的な大型ボックスカルバートを構築できる。本工法の妥当性を確認するため開発された工法による大型ボックスカルバートの実物試験を行った。

2.大型 PRC ボックスカルバートの概要

2.1 部材の構成と施工

実験で使用した PRC (Pre-stressed Reinforced Concrete) ボックスカルバートは、4 部材から構成されている。頂版部材と 2 つの側壁部材の 3 部材がプレキャスト部材、底版部は現場打ちコンクリート部材となっている。4 隅角部は、上部の 2 隅角部が頂版部材と、下部の 2 隅角部は側壁部材と一体化され工場製作されている。また、頂版及び側壁部は経済的な T 型断面としており、それぞれの腹部は現場状況によっては、必要な配筋及び現場打ちコンクリートを打設して一体化させることが可能である。頂版と側壁は PC 鋼棒によって緊張接合されている。プレストレスの導入によって、ひび割れ防止・水密性の向上にもつながっている。また、フーチング部と側壁は側壁部から予め引き出された主鉄筋とともに現場打ちコンクリートによって接合されている。写真-1 に測定状況を示す。

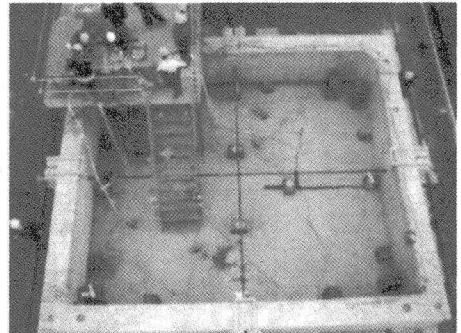


写真-1 測定状況

形状寸法(内寸): 8000(B)×6850(H)×1500(L) (単位:mm)
 形状寸法(外寸): 8100(B)×6950(H)×1500(L) (単位:mm)
 載荷位置 : 頂版中央部、側壁中央部

2.2 ボックスカルバート工法の特徴

- ①工場内での品質管理のもとで製造しているため、品質が均一、安定しコスト削減につながる。
- ②計画的な工事工期の設定が可能で、また工期が大幅に短縮できる。
- ③従来のボックスカルバートと比べ、製品重量が 20~40% 軽く運搬しやすい。

3.試験概要

試験体は、実際に架設予定となっている 8000 (内幅: X 方向) ×6850 (内高さ Y 方向) ×1500 (奥行き Z 方向) 単位 mm を使用した。実物大試験体を 1 体のみで試験を行った。図-1 にボックスカルバート全体図を示す。

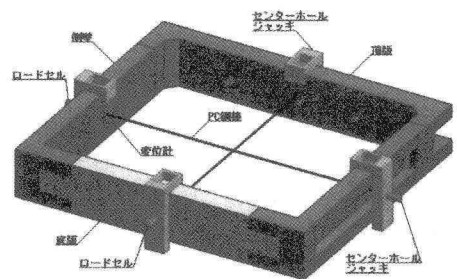


図-1 ボックスカルバート全体図

PC 鋼棒は、頂版横締めには B 種 1 号 (SBPR930/1080) $\phi 26$ を 2 本/1.5m、側壁の上下連結には C 種 1 号 (SBPR1080/1230) $\phi 23-4$ 本/1.5m 片側を使用している。このうち側壁上下連結用 PC 鋼棒 2 本は底版まで延長し、それによるプレストレスを考慮して側壁部材を PRC として計算している。使用したコンクリートの圧縮強さはプレキャスト部が 46.4N/mm²、底盤現場打設部が 45.5N/mm²であった。(試験目的を以下の①~④に示す。)

- ①設計時に計算された応力が適正であるか確認する。
- ②プレキャスト部材に使用している PC 鋼棒に作用する応力を測定し、接合方法の妥当性を確認する。
- ③プレキャスト部品相互およびプレキャストと現場打設部の接合点における応力の連続性が確保されているか確認する。
- ④設計荷重を超える荷重を載荷したときに、どのような挙動を示すか調査する。

4.試験結果

4.1.設計応力と実験値

$P_x=390\text{kN}$, $P_y=427\text{kN}$ 作用時のコンクリート表面に貼り付けたゲージのひずみ ($\times 10^{-6}$) の際、コンクリートの弾性係数を $3 \times 10^4 \text{N/cm}^2$ と仮定すると、A~C 断面の応力は次のようになる。(図-2 に示す。)

A 断面 $\sigma_{cu} = -193 \times 3 = -579 \text{N/cm}^2$ 、 $\sigma_{cd} = 144 \times 3 = 432 \text{N/cm}^2$

B 断面 $\sigma_{cu} = -186 \times 3 = -558 \text{N/cm}^2$ 、 $\sigma_{cd} = 131 \times 3 = 393 \text{N/cm}^2$

C 断面 $\sigma_{cu} = -92.3 \times 3 = -276.9 \text{N/cm}^2$ 、 $\sigma_{cd} = 107 \times 3 = 321 \text{N/cm}^2$

これに対し、 $P_x=390\text{kN}$, $P_y=427\text{kN}$ 作用時の A,B,C 断面の中間支間 M は、49700、31500、および $51000\text{kN}\cdot\text{cm}$ であって、それぞれ設計曲げモーメントの 1.17、1.72 および 0.883 倍である。これを考慮して設計時に使用したコンクリート応力と比較を表-1 に示す。

この表によると、実験値は設計値の約 30 から 68% 程度の応力であったことが示されている。これは、ひずみゲージの貼り付け位置が、中央から一部離れており、実験で作用した曲げモーメントが小さかったことも考えられるが、基本的に、実際の構造は設計で計算された応力よりも低い応力が発生していたことが示されており、安全であることが示されている。

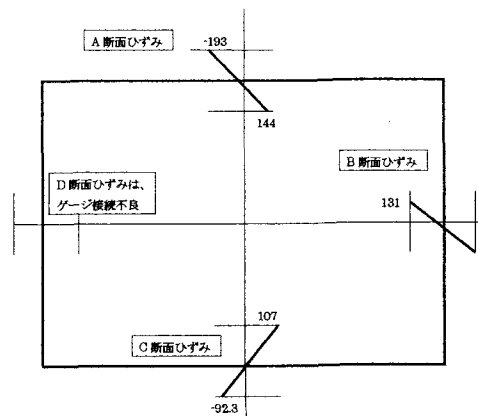


図-2 コンクリート表面ひずみ ($\times 10^{-6}$) の変化

4.2.PC 鋼棒のひずみ増分

$P_x=390\text{kN}$, $P_y=427\text{kN}$ 作用時の PC 鋼棒に貼り付けたゲージのひずみ増分は、A 断面の PC 鋼棒ひずみが $10.3 \sim 32.7 (\times 10^{-6})$ 、B 断面が $9.35 \sim 60.7 (\times 10^{-6})$ 、D 断面が $11.2 \sim 35.5 (\times 10^{-6})$ となった、このため、使用した PC 鋼棒の弾性係数が $2.01 \times 10^4 \text{N/cm}^2$ であったことから、発生した応力増分は、たかだか $12 \text{ N/mm}^2 (=60.7 \times 10^{-6} \times 2.01 \times 10^4 \text{N/cm}^2)$ に過ぎなかった。この応力増分は、使用した PC 鋼棒の引っ張り強さの約 1% である。

表-1 設計計算曲げ応力との比較 (単位は N/cm^2)

	実験値	設計値	比率	位置
A断面	579	1140	50.80%	頂版中央
B断面	558	820	68.00%	側壁中央
C断面	321	1060	30.30%	底盤中央

4.3.底版部のプレキャスト部と現場打設部の連続性

$P_x=390\text{kN}$, $P_y=427\text{kN}$ 作用時の底盤部の鉄筋ひずみ分布から想定される曲げモーメント図を描くと、集中荷重を受けている場合の理論的な曲げモーメント図と一致し、底盤部のプレキャスト部と現場打設部の接合は適正に行われていることが分かった。また、プレキャストと現場打設部の接合点では、本試験体全体が破壊に至った後も、ひび割れなどの発生もなく十分な接合を確保していた。

4.4. 設計荷重以降の載荷に対する挙動

最終的には、側壁 (B) への曲げモーメントが設計曲げモーメントの 3.35 倍となった時点で破壊した。

5.まとめ

本実験によって、本工法によるボックスカルバートの力学的性能、接合の妥当性が示された。本工法は、大型ボックスカルバートのブロック工法によって施工性を改善するもので、工期短縮・工費縮減は大きな成果となっている。特に、寒冷地での急速施工、交通遮断期間の短縮など大きな効果が生まれている。今後、多くの施工事例が生まれることを期待するとともに、さらに全断面プレキャスト化についても研究を進めたいと考えている。