

V-57

底面薄肉ボックスカルバートの曲げ載荷試験性状

秋田大学 フェロー 川上 洵
ランドス株式会社 正会員 松岡 智
ランドス株式会社 正会員 小林 三剛

1. はじめに

一般にボックスカルバートの設計において作用する荷重は、図-1(a)に示すように、死荷重、活荷重、衝撃、土圧、水圧及び、それらの鉛直荷重に釣り合うような地盤反力などである。特に底版部の設計では、全鉛直方向荷重をカルバートの全外幅で除した等分布の地盤反力を作用させている。¹⁾

本研究は、従来型のボックスカルバート及び、図-1(b)に示すような底面薄肉ボックスカルバートの曲げ載荷試験により、弾性挙動範囲内でのひび割れ荷重を明らかにした。また、全外幅を切欠き幅で除した値を切欠き幅率 α 、部材厚を切欠き厚で除した値を切欠き厚率 β と定義し、切欠き幅および切欠き厚を変化させたときのひび割れ荷重との関係を示し、薄肉化の実用性について検討するものである。

2. 試験概要

奥行き 500mm のボックスカルバート供試体を作成し、材料の特性値を表-1 に示す。図-2 に示すように従来型の切欠きの無い形状を基準の Type-A とし、切欠き幅を変化させたものを Type-B, C とする。

配筋は、従来型のボックスカルバートと同様とし、頂底版内側 D19・3 本、外側及び側壁内側 D13・3 本使用し、鉄筋中心かぶりを 40mm 確保する。

頂版中央部に線荷重を載荷する従来型のボックスカルバートの載荷試験方法では、底版にはほとんど曲げモーメントが発生しないため、底版部の挙動を再現することはできない。そこで、供試体の頂底版を反転させ、地盤反力を想定した載荷試験方法により底版部に直接等分布荷重の載荷を行うものとする。

表-1 使用材料の力学特性(単位: N/mm²)

(a) コンクリート

Type	圧縮強度	曲げ強度	割裂強度	弾性係数
A, B	36.0	4.44	2.79	3.16×10^4
C	36.4	4.76	2.70	3.21×10^4

(b) 鉄筋

材種	降伏点	引張強度	弾性係数
SD295A	354	493	1.91×10^5

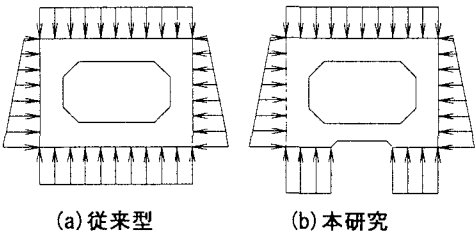
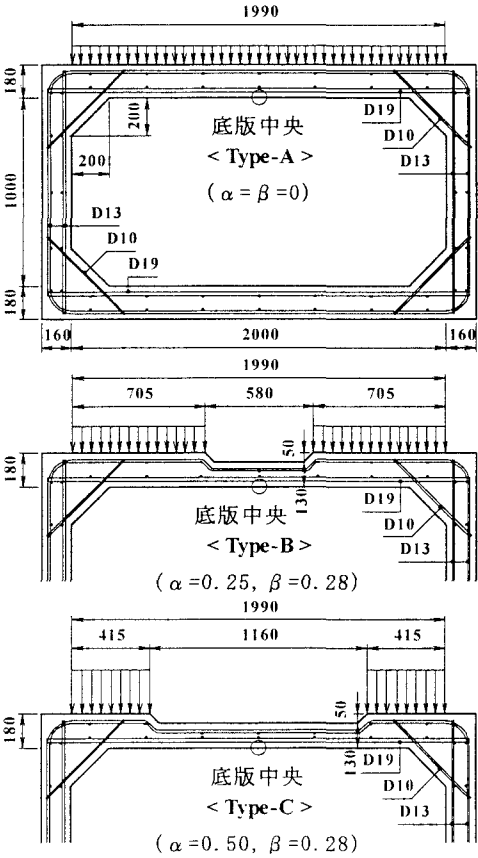


図-1 設計荷重



$$\alpha = \frac{\text{切欠き幅}}{\text{全外幅}} \quad \beta = \frac{\text{切欠き厚}}{\text{部材厚}}$$

図-2 形状、配筋、載荷方法(単位: mm)

3. 試験結果と考察

(1) 変位

底版中央における荷重－変位曲線を図-3 に示す。実測値では Type-A,B とともにほぼ同様の変形挙動を示している。同一荷重における変位を比較すると、Type-C は切欠き部が大きく、底版両外側付近に載荷するので、Type-A,B に比べ、曲げモーメントの発生が小さく、変位は小さい。また、解析値との比較では、各 Type とも弾性域においてはよく符合しているが Type-A,B では $P=200\text{kN}$ 、Type-C では $P=220\text{kN}$ を超えると非線形の傾向が大きくなり、変位は増大する。

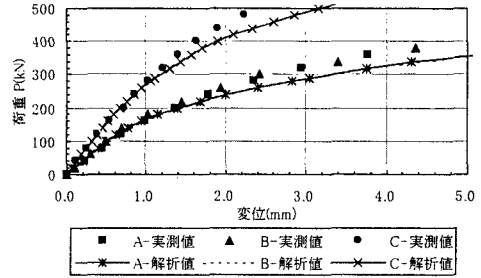


図-3 荷重-変位

表-2 ひび割れ荷重(単位: kN)

Type	底 版			側 壁		
	実測値	解析値	P_c/P_{cc}	実測値	解析値	P_c/P_{cc}
	P_c	P_{cc}		P_c	P_{cc}	
A	90	95	0.95	80	90	0.89
B	100	105	0.95	90	85	1.06
C	260	265	0.98	120	120	1.00

(2) ひび割れ荷重

表-2 に示すひび割れ荷重は、切欠きの有無にかかわらず Type-A,B とともにほぼ同程度となっており、Type-C については、Type-A,B を 1.5 倍程度上回っている。

しかし、側壁ハンチ端部に生じたひび割れは、実際の埋設時には側面からの土圧が作用するため、ひび割れは生じないと考えられる。

(3) 考察

ひび割れ荷重、変位、ひずみ等の試験結果は、ひび割れを考慮したコンクリートの非線形解析結果とよく一致しており、ひび割れ荷重において両者の差は最大 10% 程度である。したがって、従来のボックスカルバート及び、切欠き付き底面薄肉ボックスカルバートのひび割れ荷重について、解析により精度よく予測できるものと考えられる。

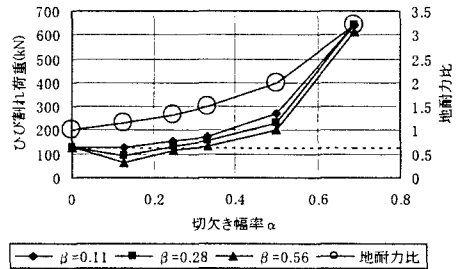


図-4 ひび割れ荷重・地耐力比-切欠き率

4. 設計資料

本研究で得られた結果を基に、内寸法 2000mm×1000mm の底面薄肉ボックスカルバートにおいて、切欠き幅及び切欠き厚を変化させることによる、ひび割れ荷重の計算を行った。その結果を図-4 に示す。

切欠き厚率 $\beta=0$ から $\beta=0.56$ まで変化させると、 β の値が小さいほど部材が厚く剛性が大きくなるため変位は小さく、ひび割れ荷重は増大する。また切欠き厚率 $\beta=0.56$ より小さく、かつ切欠き幅率 $\alpha=0.33$ 以上の場合、ひび割れ荷重は従来のボックスカルバートより大きくなる。

底面薄肉ボックスカルバートは、従来のボックスカルバート ($\alpha=\beta=0$) と比較すると、切欠き幅の増大とともに必要とする地耐力は増大する。したがって、実際の設計においては、変位及び地耐力が許す限り α 、 β の値を大きくすることが有利となる

5. まとめ

従来のボックスカルバートの底面を薄肉化することにより、得られた結果を以下にまとめる。

- ①底面薄肉ボックスカルバートのひび割れ荷重は、切欠きを設け、適切な寸法形状(本研究の範囲では $\alpha=0.33$ 以上、 $\beta=0.56$ 以下)とすることにより、従来型に比べて増大する。
- ②ひび割れ荷重は、ひび割れを考慮したコンクリートの非線形解析により、最大 10% 程度の誤差の範囲で試験結果を予測できる。
- ③基礎地盤の地耐力に応じた切欠き幅及び切欠き厚により、合理的な部材設計を行う事が可能である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路土工カルバート工指針.P.49.1999.3