

場所打ちボックスカルバートの隅角部形状検討

日本道路公団 正会員 安部 哲生
 " 正会員 福島 勇治
 " 正会員 稲垣 太浩

1. はじめに

矩形構造物では、図 - 1 (左図) に示すように、応力集中により隅角部に卓越したモーメントが働くことが一般的に知られている。そのため、矩形コンクリートセグメントなどでは、図 - 1 (右図) に示すように、隅角部の形状をラウンドさせて応力分散を図り、部材厚を薄くすることでコストの低減を図っている。¹⁾今回、このコーナーラウンド (以下、「CR」という。) 構造を現場打ちボックスカルバートに適用できないかと考え、合理的な隅角部形状の検討とCR化した隅角部の実物大供試体を用いて、施工性・強度特性の検討を行った。本文では、その検討経過を報告する。

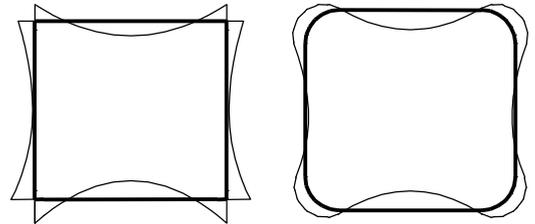


図 - 1 作用する曲げモーメントの形状

2. 隅角部形状の検討

隅角部の内半径 (以下、「 r 」とする。) を大きくするほど (矩形構造を円形構造に近づけるほど) 隅角部に働くモーメントが低減されることは知られている。²⁾しかし、建築限界や水路の通水断面等、内空条件が設定されている場合に r を大きくしていくと、その条件を満たさなくなる場合がある。この場合、内空条件を満足させるために内空を広げる必要があり、部材を薄くできたとしても断面が大きくなるために、必ずしも部材量が低減されるとは限らない。そのため、 r を大きくすることが一概にコストの低減につながるとは言えない。このことを踏まえ、今回、道路構造令に従い、図 - 2 に示すような内空条件を設定した上で検討を行った。まず、最適 r の検討であるが、図 - 3 に示すとおり、盛土高を一定にし r を変化させた場合、 r が大きくなるほど隅角部に発生する最大曲げモーメントは低減されていることが分かる。また、建築限界を考慮して、経済比較を行った結果、図 - 4 に示すとおり、この内空条件では、 $r = 0.80 \sim 1.00\text{m}$ あたりでもっとも経済性が発揮されることが分かる。ここで、従来型とCR型との水路通水断面の比較をしてみると、図 - 5 に示すとおり、 $r = 0.80\text{m}$ あたりで、従来タイプと比べ1割以上の断面欠損が生じてくることが分かる。これらのことを総合的に判断して、今回の内空条件では、 $r = 0.80\text{m}$ が最適 r であると判断した。

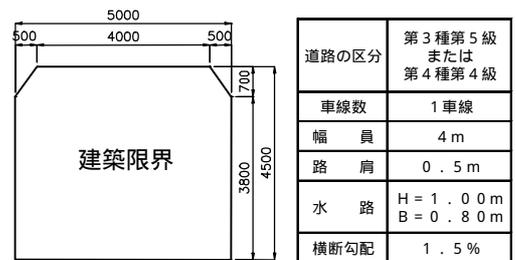


図 - 2 建築限界および内空条件

このことを踏まえ、今回、道路構造令に従い、図 - 2 に示すような内空条件を設定した上で検討を行った。まず、最適 r の検討であるが、図 - 3 に示すとおり、盛土高を一定にし r を変化させた場合、 r が大きくなるほど隅角部に発生する最大曲げモーメントは低減されていることが分かる。また、建築限界を考慮して、経済比較を行った結果、図 - 4 に示すとおり、この内空条件では、 $r = 0.80 \sim 1.00\text{m}$ あたりでもっとも経済性が発揮されることが分かる。ここで、従来型とCR型との水路通水断面の比較をしてみると、図 - 5 に示すとおり、 $r = 0.80\text{m}$ あたりで、従来タイプと比べ1割以上の断面欠損が生じてくることが分かる。これらのことを総合的に判断して、今回の内空条件では、 $r = 0.80\text{m}$ が最適 r であると判断した。

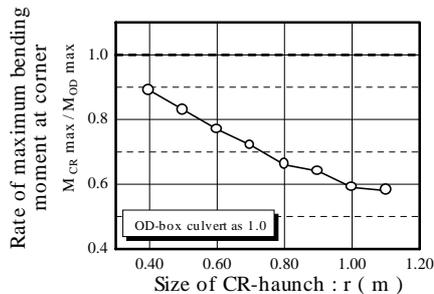


図 - 3 最大曲げモーメントの比較

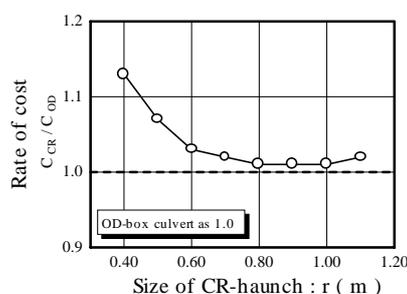


図 - 4 経済性の比較

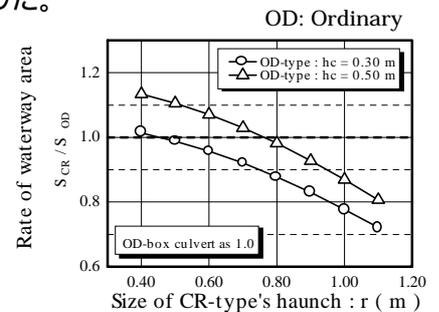


図 - 5 通水断面の比較

キーワード：場所打ちボックスカルバート，隅角部，コーナーラウンド，モーメント，載荷試験

連絡先：日本道路公団試験研究所土工研究室 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 電話 042-791-1621 FAX 042-791-2380

3. 載荷実験

C R型ボックスカルバートの強度特性を確認するため、図 - 6 (左図) に示すような隅角部をラウンド化させた実物大の供試体を作成し、載荷実験を行った。供試体の作成条件については、表 - 1 に示す。従来型ボックスカルバートの施工において、隅角部にコンクリートがまわりにくいという問題が生じている。そのため、透明アクリル版を隅角部の型枠に一部使用して、コンクリートのまわり具合を確認したが、特に

表 - 1 供試体作成条件

供試体形状	高さ: 2.5 m
	幅: 3.0 m
	奥行き: 1.0 m
	r = 0.8 m
載荷方法	1点集中載荷
コンクリート	早強ポルトランドセメント
	強度: $f_{28} = 30 \text{ N/mm}^2$
	スランブ: 8 cm
	粗骨材の最大寸法: 25 mm
鉄筋	空気量: 4.5 %
	S D 3 4 5
備考	内空高: H = 5.7 m
	内空幅: B = 6.0 m
	頂版厚: 0.45 m
	側壁厚: 0.40 m
	底板厚: 0.45 m
	盛土高: 7.85 m
	土被り: 1.8 m

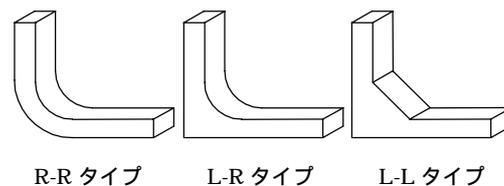


図 - 6 C R型隅角部の供試体形状



写真 - 1 載荷実験の様子

支障はなかった。また、型枠撤去後、隅角部のコンクリート打設状況を観察したが、特に問題はなかった。これは、今回の供試体の奥行きが1mしかないことが、施工性をよくしているとも考えられる。しかし、C R型は従来型に比べ、ハンチの形状が大きくなっており、また、モーメントの低減のため、鉄筋量が減っていることが、施工性の向上につながっているとも推測できる。実験では、ほかに、現場での施工性を検討した結果、隅角部の不良施工や裏込め土の締め固めの不良を解消させるために、図 - 6 (中央図・右図) に示すように、隅角部の鉄筋の配筋形状はラウンド化させ、コンクリートの打設形状は一部ラウンド化させていないものについての載荷実験も同時に行った。載荷実験の様子を写真 - 1 に示す。

4. 実験結果

実験結果を図 - 7 に示す。L - Lタイプは、当初、形状が従来タイプと類似するため、隅角部に応力の集中が生じ、R - Rタイプほどの強度特性は得られないものと推測していた。しかし、実験結果が示すとおり、L - Lタイプ、L - RタイプともにR - Rタイプ同程度以上の強度特性が確認された。これは、モーメントの伝達が鉄筋の配筋形状にかなり支配されているためによるものと思われる。この結果から、施工性等を考慮すると、現場では、R - Rタイプより、L - Lタイプ、L - Rタイプを、また、通水面積の確保も考えると、L - Rタイプの採用が望まれる。

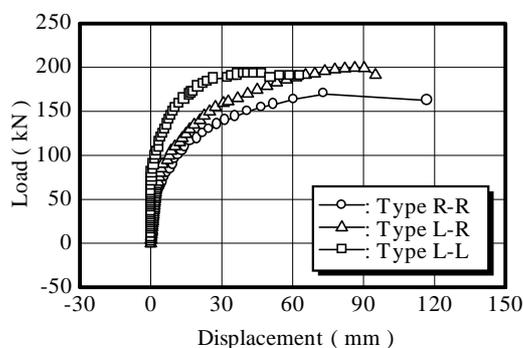


図 - 7 荷重 - 変位の関係

5. 最後に

今後は、内空条件や土被り条件により変化していくと思われる最適 r の値の傾向をつかんでいきたいと思う。また、今回、実験でしか確認していない L - Lタイプ、L - Rタイプの強度特性についても、F E M解析等を用いて再解析していきたいと思う。

参考文献:

- 1) 谷口 徹他: 円弧状隅角部を持つ矩形コンクリートセグメント設計と載荷試験結果, 土木学会論文集 No.595 / -39, PP.17-26, 1998
- 2) H. G. Poulos and other: ELASTIC SOLUTIONS FOR SOIL AND ROCK MECHANICS, PP.229-249, 1974