

線路下ボックスカルバートの部材寸法と鉄筋量に関する検討

ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 ○柳川 一心 石橋 孝通 今枝 潤志

1. はじめに

ボックスカルバートとは、地盤または盛土中に構築する箱型ラーメン構造物であり、道路、河川、鉄道などが立体交差する際に用いられる構造物である。図-1に示すような線路下を横断するボックスカルバートは、地上を走行する列車を支持する構造物となるため、鉄道基準に定められている要求性能を満たす構造とする必要がある。本研究では、線路下を横断するボックスカルバート（以下、「線路下ボックスカルバート」と表記）の設計事例を分析し、ボックスカルバートの部材寸法と鉄筋量の関係性を把握する検討を行ったので、その結果を報告する。なお、線路下ボックスカルバートの形状や部材寸法に関する傾向については、既往文献¹⁾を参照されたい。

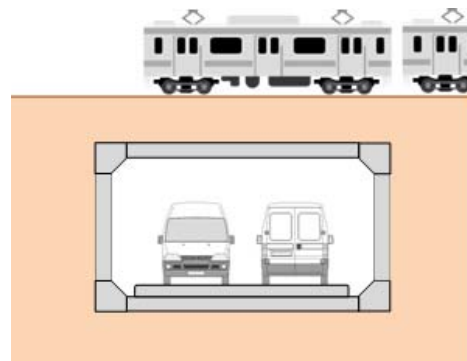


図-1 線路下を横断するボックスカルバート

2. 検討対象とした線路下ボックスカルバートの構造形式

検討対象とした線路下ボックスカルバートの構造形式は、施工実績の多い鉄筋コンクリート構造とした。構造形式が鉄筋コンクリート構造となる線路下横断構造物の施工法としては、開削工法では工事桁工法や仮線工法、非開削工法ではR&C工法やフロンテジャッキング工法などが一般的であるため、上記に該当する設計事例を対象として部材寸法と鉄筋量の分析を行うこととした。

3. 事例分析

分析に用いた設計事例は43事例であり、いずれも列車荷重はEA-17を設定し、コンクリートの設計基準強度は27N/mm²、鉄筋の種類はSD345を用いている。設計事例の諸元を図-2に示す。施工法は、開削工法が39事例、非開削工法が4事例となっている。なお、開削工法の「その他」は、有道床軌道化に伴う既設橋梁直下施工や災害による列車運休中の復旧施工などのオープン掘削にてボックスカルバートを施工した事例である。ボックスカルバートの形状は、1層1径間から1層4径間であり、内部の用途は、道路（歩道も含む）と河川（水路も含む）の事例が同程度となっている。また、設計法についても、性能照査型設計法と限界状態設計法の事例が同程度である。上記の設計事例を用いて、各部材の軸方向鉄筋量に着目した分析を行った。上床版厚と軸方向鉄筋量の関係を図-3、図-4、下床版厚と軸方向鉄筋量の関係を図-5、図-6、側壁厚と軸方向鉄筋量の関係を図-7、図-8に示す。なお、軸方向鉄筋量は奥行き1mあたりの値を用いている。また、同図には軸方向鉄筋量の決定ケースも併せて示している。図-3～図-8より、各部材厚と軸方向鉄筋量は相関が高く、比例関係にあることがわかった。次に、各部材の軸方向鉄筋量に着目して比較を行った。図-3～図-6より、下床版より上床版のほうが鉄筋量は大きくなる傾向にあることがわかった。これは、既往文献¹⁾より、線路下ボックスカルバートの上床版は内空幅の1/10程度を部材厚に設定する傾向にあり、下床版は内空幅に基づいて設定した上床版の厚さ+100mm程度を部材厚と設定する傾向にあることから、下床版のほうが部材の有効高さが大きくなる影響によるものと考えられる。一方、図-8より、側壁内側の軸方向鉄筋量

施工法	開削: 39			非開削: 4	
	15	2	22	2	2
■ 工事桁工法 ■ 仮線工法 ■ その他 ■ R&C工法 ■ フロンテジャッキング工法					
層・径間	24				
	1層1径間	1層2径間	1層3径間	1層4径間	2
用途	23				2
	道路	河川	道路・河川	2	2
設計法	22			21	
	性能照査型設計法			限界状態設計法	

※グラフ内の数字は事例の数を示す

図-2 設計事例の諸元

キーワード ボックスカルバート、線路下横断構造物、事例分析

連絡先 450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅五丁目33番10号 アクアタウン納屋橋 ジェイアール東海コンサルタンツ(株)

土木事業部 TEL:052-746-7130

は、他の部材の鉄筋量と比べて小さい傾向にあることがわかった。これは、線路下ボックスカルバートの内空高よりも内空幅のほうが大きい形状（横長形状）となる設計事例が多いことから、側壁内側に発生する曲げモーメントが小さくなる傾向にあるためと考えられる。また、鉄筋量の決定ケースに着目すると、各部材厚=800mm 未満の場合は安全性の破壊や疲労破壊（特に、上床版の下側鉄筋は安全性の疲労破壊が顕著）、各部材厚=800mm 以上の場合には耐久性・使用性（ひび割れ）となる傾向にあることがわかった。最後に、各部材の軸方向鉄筋量が各部材厚と比例関係にあることに鑑み、設計事例を基に一次関数の推定式を設定した。鉄筋量の推定式と決定ケースの傾向をとりまとめたものを図-9に示す。図-9より、各部材厚から概略的な軸方向鉄筋量を推定することが可能と考えられる。

4. おわりに

線路下ボックスカルバートの設計事例について分析を行い、各部材の軸方向鉄筋量の傾向について把握する検討を行った。その結果、上床版・下床版・側壁とも、各部材厚と軸方向鉄筋量は相関が高く、比例関係にあることがわかった。また、上記の傾向をふまえて、軸方向鉄筋量の推定式と決定ケースの傾向をとりまとめることによって、各部材厚から概略的な軸方向鉄筋量を推定することが可能となった。今後は、事例の充実を図り、精度向上に努めていきたい。

参考文献

- 1) 柳川一心, 今枝潤志, 石橋孝通: 線路下ボックスカルバートの構造プロポーションに関する検討, 土木学会 平成 28 年度全国大会 第 71 回年次学術講演会 VI-107

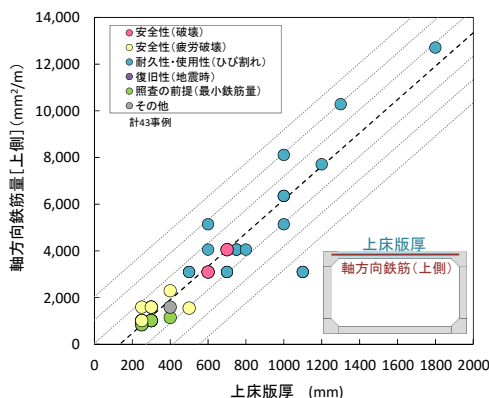


図-3 上床版厚と軸方向鉄筋〔上側〕の関係

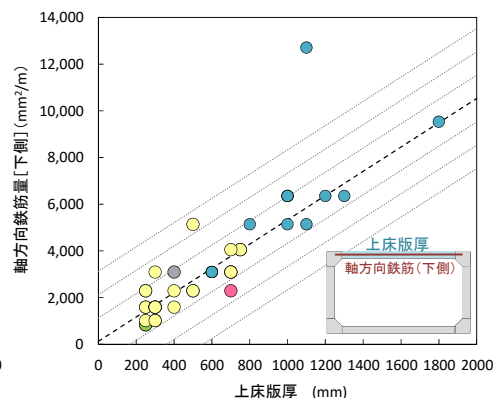


図-4 上床版厚と軸方向鉄筋〔下側〕の関係

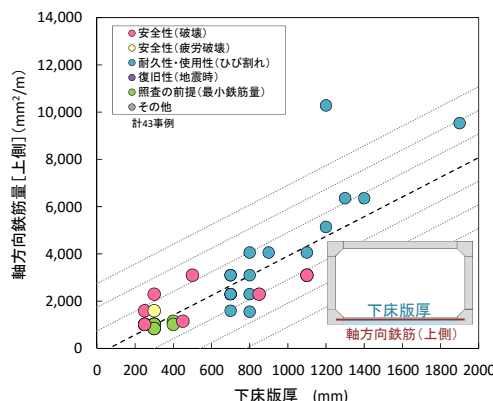


図-5 下床版厚と軸方向鉄筋〔上側〕の関係

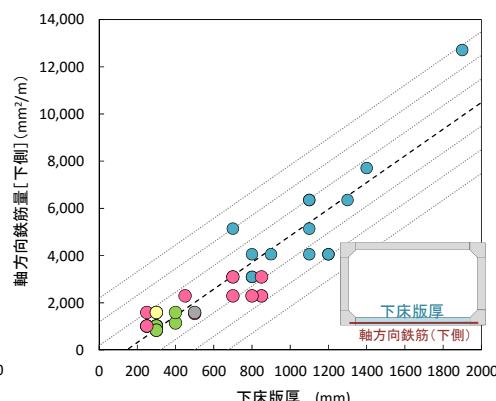


図-6 下床版厚と軸方向鉄筋〔下側〕の関係

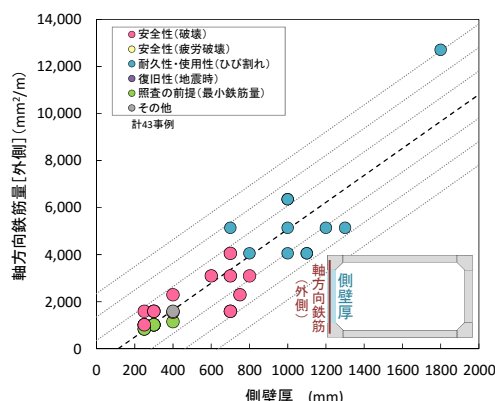


図-7 側壁厚と軸方向鉄筋〔外側〕の関係

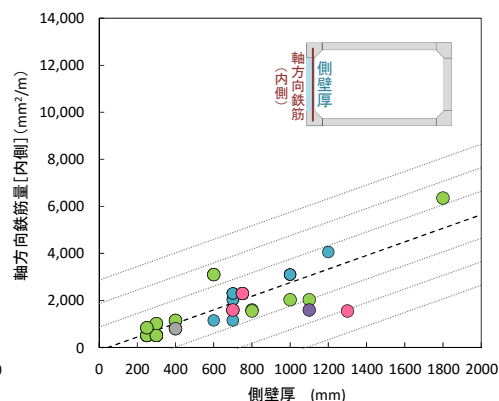
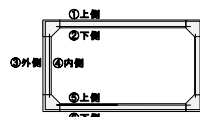


図-8 側壁厚と軸方向鉄筋〔内側〕の関係

鉄筋量の推定 軸方向鉄筋量 (mm²/m) = $a \times$ 各床版厚 (mm) + b

鉄筋位置	鉄筋の推定 傾き a	切片 b	決定ケースの傾向 (部材厚 (mm))									
			200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
上床版	①上側	7.15	-959	安全性	安全性(破壊)							
	②下側	5.20	+127			安全性(疲労破壊)						
側壁	③外側	5.73	-654			安全性(破壊)						耐久性・使用性(ひび割れ)
	④内側	2.89	-139			照査の前提(最小鉄筋量)						
下床版	⑤上側	4.17	-265			安全性(破壊)						
	⑥下側	5.65	-817			照査の前提(最小鉄筋量)	安全性(破壊)					



■ 安全性(破壊) ■ 復旧性(地震時)

■ 安全性(疲労破壊) ■ 照査の前提(最小鉄筋量)

■ 耐久性・使用性(ひび割れ) ■ その他

図-9 鉄筋量の推定式と決定ケースの傾向