

# 上部工架替えに伴う RC 床版橋の詳細設計

(株)オオバ 大阪支店 福 家 将 之

## 論文要旨

本稿は、上部工部材の劣化に伴う橋梁架替詳細設計における床版橋の設計手法についての一考察である。本橋の設計条件では活荷重 (T-2) による曲げモーメントを考慮する必要があるが、H29 年道示対応のソフトで版理論を用いて設計を行えるものが確認できなかった。また、版理論の設計で用いられるオルゼン (Olsen) の図表が記載されている文献についても入手が困難であったため、S53 道示に記載されているオルゼンの図表をベースとした算定式を用いて断面力を算出した場合の妥当性について検討したものである。

本稿では、旧道示記載の算定式を設計曲げモーメントの算出に適用するにあたり、同路線にて過年度にオルゼンの図表を用いて橋梁架替詳細設計が実施された RC 床版橋を対象として解析方法の検証を行った結果を報告する。今回の検証は、オルゼン、旧道示記載の算定式および市販されているソフト (格子理論) を利用して設計曲げモーメントの差異を検証するものである。

キーワード : RC 床版橋, Olsen の図表

## まえがき

対象橋梁は図-1 に示すとおり、農業用水路に架かる単純 RCT 桁橋 (橋長  $L=6.47\text{m}$ , 幅員  $w=3.29\text{m}$ ) である。

本橋は、1981 年に架設されて現在まで 42 年が経過している。過年度の定期点検結果でⅢ判定であり、主桁、床版に広範囲の剥離・鉄筋露出、鉄筋の断面減少が見られ、詳細試験では圧縮強度の低下が確認されるような状況であった。

この状況を踏まえて、対策案として橋梁架替案と補修対策案の比較検討を実施し、経済性で優位であった橋梁架替案を採用案とし、橋梁架替詳細設計を行った。

本稿は詳細設計において現行基準に合わない活荷重による設計曲げモーメントを簡易的な手法で算定するため、旧道示記載の算定式および市販ソフト (格子理論) による解析結果の検証を行った内容について述べる。



図-1 橋梁全景

## 1. 設計方針

### (1) 基本方針

本橋の上部工形式は標準適用支間<sup>3)</sup>より選定した形式

(RC 床版橋, ボックスカルバート) で経済性比較を実施し RC 床版橋を採用案とした。

下部工形式は既設橋台に沈下等は見られないことから既設橋台を一部改修し, 再利用する方針とした。

### (2) 設計条件

本橋の設計条件は, 以下のとおりである。

表-1 設計条件

桁	長	7.300 m				
支	間	7.26 m				
幅	員	3.290 m (有効幅員) 2.950 m				
斜	角	90°				
設	計	T-2t 車 (現道の利用状況を考慮)				
舗	装	厚	0.080 m (アスファルト舗装)			
床	版	の	片	持	部	片持部なし

## 2. 検討概要

### (1) 主版の曲げモーメント

版に作用する断面力の算定方法としては等方性版理論, 異方性版理論, その他 (格子構造理論等) を用いる算出方法があるが, H29 道示<sup>2)</sup>において曲線橋や斜橋, 支承条件が複雑な場合等を除き版理論により算出してよいと記載されている。

本橋は直橋の RC 床版橋 (中実床版) であり, 相対する 2 辺が線状で単純支持され, 等方性版と考えられる片持部のないコンクリート主版であるので, 曲げモーメントは, H29 道示Ⅲの下記に示す方法で算出するものとした。

・橋軸方向の死荷重曲げモーメント<sup>2)</sup>

死荷重曲げモーメントは, 死荷重がコンクリート主版全体

に均等に分布するものとして算出する。

- ・橋軸直角方向の死荷重曲げモーメント<sup>2)</sup>

死荷重曲げモーメントは、橋軸方向の死荷重曲げモーメントに以下の式(解 14.3.1)の $\beta$ を乗じて算出する。

$$0.7 \leq l/B < 2.0 \quad \beta = -0.74(l/B) + 0.22$$

l: 支間長 (m), B: 版全幅 (m)

- ・橋軸(直角)方向の活荷重(衝撃を含む)曲げモーメント  
版理論により算出する。

(2) 活荷重(T-2)による曲げモーメント

等方性版の場合、自動車荷重や地覆の重量などの部分荷重による断面力はオルゼンの図表を使用するものが多く用いられているが、図表が記載されている文献等の入手が困難であったため、S53 道示の算定式について検証し、また参考として格子解析ソフトでも計算を実施し、検証を行うものとした。

(3) 解析手法について

算定手法として以下の2案を検証する。

- ・道示Ⅲ(S53年1月)記載の算定式による算定  
S53 道示<sup>1)</sup>コンクリート橋編において活荷重(衝撃を含む)による設計曲げモーメントの算定式が記載されている。以下の公式はオルゼン(Olsen)の図表およびギヨン・マンネ(Guyon-Massonnet)の方法により求められた近似式であり、適用範囲も本条件に合致しているため、近似的な値が得られると考えられる。

表-2 設計曲げモーメント(橋軸方向)

適用範囲	設計曲げモーメント (t・m/m)
歩道等と車道部分の区別がなく B ≤ 13.0m の場合	1.80l + 0.5

表-3 設計曲げモーメント(橋軸直角方向)

適用範囲	設計曲げモーメント (t・m/m)	
	正の曲げ	負の曲げ
直 橋	0.25l + 1.0	-(0.25l + 1.0)

- ・電算(格子解析)による算定  
以下の市販ソフトで断面力の差異を検証する。

表-4 使用ソフト

解析理論	使用ソフト	設計活荷重	備考
格子解析	JIP PC-Navi	L-20	注1
格子解析	Forum8 PC 単純桁の設計	A 活-T 荷重	注1

注1: 活荷重曲げモーメントは、算定された値の10%とする(設計活荷重の比率)

(4) 検証方法

過年度詳細のオルゼンの図表で設計された RC 単純床版橋を対象に各手法でオルゼン方法と類似の結果ができるか、断面力を比較し、検証を行った。解析の条件は以下のとおりとした。

表-5 解析条件

上部工形式	RC 中実床版橋
桁 長	5.960 m
支 間 長	5.560 m
総 幅 員	3.800 m
有 効 幅 員	2.800 m (車道)
斜 角	90°
設 計 活 荷 重	T-2t 車
舗 装 厚	0.080 m (アスファルト舗装)
床 版 厚	0.250 m
床版の片持部	片持部なし

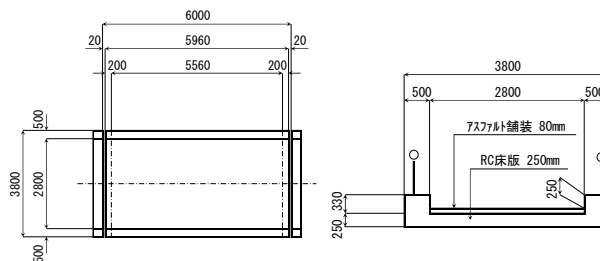


図-2 形状寸法図

3. 解析結果

以下に各検証案の計算値とオルゼンの方法との比較および解析結果を以下に示す。(結果は活荷重による曲げモーメントの計算値)

(1) 道示Ⅲ(S53年1月)の算定式による算定

表-6 橋軸方向の支間中央の曲げモーメント

		オルゼン	算定式	比率
外 桁	ML (kN・m)	8.95	10.30	1.15
中 桁	ML (kN・m)	7.67	10.30	1.34

表-7 橋軸直角方向の支間中央の曲げモーメント

		オルゼン	算定式	比率
正	ML (kN・m)	0.61	2.34	3.84
負	ML (kN・m)	-1.61	-2.34	1.45

(2) JIP PC-Navi による格子解析

表-8 橋軸方向の支間中央の曲げモーメント

		オルゼン	算定式	比率
外 桁	ML (kN・m)	8.95	7.64	0.85
中 桁	ML (kN・m)	7.67	7.80	1.02

表-9 橋軸直角方向の支間中央の曲げモーメント

		オルゼン	算定式	比率
正	ML (kN・m)	0.61	0.52	0.85
負	ML (kN・m)	-1.61	0.14	0.09

(3) Forum8 PC 単純桁の設計による格子解析

表-10 橋軸方向の支間中央の曲げモーメント

		オルゼン	算定式	比率
外桁	ML (kN・m)	8.95	10.22	1.14
中桁	ML (kN・m)	7.67	9.81	1.28

表-11 橋軸直角方向の支間中央の曲げモーメント

		オルゼン	算定式	比率
正	ML (kN・m)	0.61	2.18	3.57
負	ML (kN・m)	-1.61	-0.25	0.16

#### 4. まとめ

各手法での解析結果について比較を行い、検証した結果を以下に記述する。

##### (1) 解析手法の比較

###### 1) 道示Ⅲ (S53年1月) の算定式

###### ・橋軸方向

活荷重の曲げモーメントは、近似式より算定しているため、少し安全側の値となっている。(外桁 1.15)

###### ・橋軸直角方向

近似式からの算定であるが、結果に誤差が生じている。特に正の曲げモーメントにおいて、算定式の計算値がオルゼンの値に比べて大きく異なる結果となった。ただし、安全側の設計となる。(正 3.84)

###### 2) JIP PC-Navi による格子解析

###### ・橋軸方向

中桁はほぼ近似値が得られるが、外桁ではオルゼンの結果に比べ0.85程度小さい値となっている。

###### ・橋軸直角方向

設計条件が異なるため、計算結果に大きな誤差が生じている。(負 0.09)

###### 3) Forum8 PC 単純桁の設計による格子解析

###### ・橋軸方向

計算値がオルゼンの値に比べて大きく最大で1.28程度の誤差が見られる。

###### ・橋軸直角方向

設計条件が異なるため、計算結果に大きな誤差が生じている。(正 3.57)

##### (2) 考察

###### 1) 道示Ⅲ (S53年1月) の算定式について

算定式は以下の理由より、設計に用いても問題ないと考えられる。

・橋軸方向の活荷重曲げモーメントの値は、ほぼ一致しており、安全側の値となる。

・橋軸直角方向の値は、かなり安全側の値であるが、数値そのものは小さいので断面決定要因とならない。

(最小断面厚 250mm および最小鉄筋配置 D13@250 で決定される)

###### 2) 電算 (格子解析) による算定について

検証を実施するにあたり、以下の問題があげられた。

- ・オルゼンの図表では主版幅、支間長をそれぞれ8等分した位置の影響値を図表により求めて断面力を算定するが、ソフトの制約上支間方向に対して8等分が出来ないため、オルゼン方法と条件を揃えられない。(JIP PC-Navi)
- ・異なる設計活荷重 (L-20, A活-T荷重) から算定した結果であるため、載荷条件等により結果に誤差が生じている。(JIP PC-Navi, Forum8)

解析結果および上記の問題等より、本橋の設計条件においてソフトの使用は適していない。

##### (3) 結論

今回の解析および検証結果から、道示Ⅲ (S53年1月) の算定式は、設計に用いるにあたり一定の近似値が得られ、安全側となるため、本設計における現行基準に合わない活荷重による設計曲げモーメントの算定には適していると考えられる。一方で電算 (格子解析) による算定については、設計条件を厳密に一致させることができないため、現時点では補助的な手法として位置づけるべきである。

最終的には、設計条件や現場の状況に応じて適切な手法を選択し、必要に応じて複数の手法を併用することで、設計の妥当性と安全性を確保することが重要である。

#### 5. あとがき

今回の検討において、多くの方々からご協力とご支援をいただきました。技術的なアドバイスをいただいた関係者の皆様には心より感謝申し上げます。また、今後の中小規模のRC床版橋の架替え設計の一助になれば幸いです。

#### 参考文献 (または引用文献)

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編 S53.1 p.183,184
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編 S29.11 p.307,308
- 3) 兵庫県県土整備部：土木技術管理規定集 R2.4 橋梁編