

H29 道路橋示方書による下部工設計のダブルチェックに関する一事例

大日本コンサルタント(株)

正会員

○武田 龍國

正会員

吉岡 勉

同上

正会員

伊藤 裕章

正会員

荒木 亨仁

同上

非会員

前原 正典

1. はじめに

平成 29 年道路橋示方書 (以下, 道示) の改定では, 多様な構造や新材料に対応する設計手法の導入を目的に, 部分係数設計法及び限界状態設計法が導入された. 設計法が大幅に変更されたことから, 橋梁の詳細設計において, 条文等の適用間違い, 設計ソフトウェアの不具合等による過誤を防止し設計品質を確保することを目的に「橋、高架の道路等の設計に係る当面の措置の運用について」(国土交通省道路局, H29.12.27) (以下, 事務連絡) では, 異なる 2 つの設計計算手法を用いて設計計算 (ダブルチェック) を行うこととしている.

事務連絡以降, ダブルチェックに関する事例が報告されている¹⁾が, そのほとんどが上部工を対象としたもので, 下部工に関する事例は少ない.

このような背景のもと, 本稿では, 下部工設計を例に異なる設計ソフトウェアで設計計算を行い, その相違点について考察し, まとめたものである.

2. 設計計算の概要

設計条件を表-1, 橋脚モデルの配筋要領を図-1 に示す. 橋梁モデルは, 鋼少数鉸桁の陸上高架橋を想定し, 支間長を約 40m に設定した.

本橋脚モデルを対象として, 異なるソフトウェア (以下, ソフト A, ソフト B) を用いて設計計算を行った. 本稿では, 事務連絡の条文を参考に, ソフト

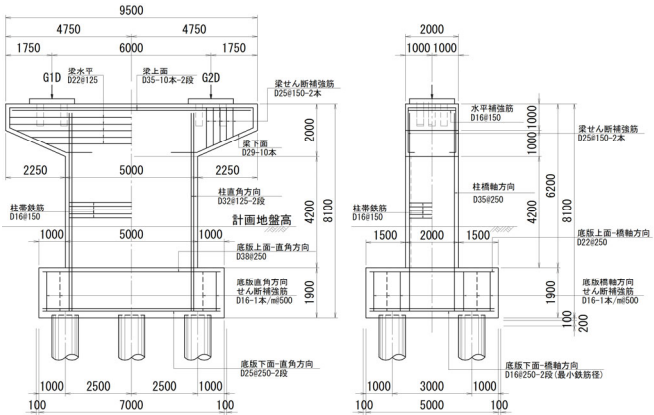


図-1 橋脚モデルの配筋要領

間で同一にする基本条件を以下とした.

[ソフト間で同一にする基本条件]

形状, 配筋, 使用材料, 荷重条件, 橋の重要度区分, 地盤条件, 固有周期, 地域区分, 地盤種別, 設計水平震度, 支承条件, 耐震設計上の基盤面

3. 計算結果

各対象部材に対する照査結果の対比を表-2~4 に示す. 照査結果は決定ケースのみを示す.

表-2 より, 梁の照査結果では, 鉛直方向照査の発生曲げモーメント, せん断力の作用力及び制限値が異なる結果となった. また, 水平方向照査では, ソフト B のせん断力の制限値がソフト A より小さくなることから, 照査を満足しない結果となった.

柱・フーチング・基礎 (本稿では基礎は割愛) では, 作用力に差は生じず, 制限値で最大約 5%とわずかな差が見られる程度であった.

4. 考察

4. 1. 梁の鉛直方向の発生曲げモーメント

本橋脚の梁は, その形状よりコーベルとして設計する²⁾. 道示及びコンクリート橋設計便覧では, コーベルはトラス機構で荷重に抵抗することが示されている^{2), 3)}が, 発生曲げモーメントの算出方法に関しては明確な記述がないため, 表-5 で示すように, ソフト間で算出方法に差異が生じたと考えられる.

表-1 設計条件

上部工形式	鋼少数鉸桁橋
下部工形式	張出し式橋脚
支承条件	免震支承
橋の重要度区分	B 種の橋
地域区分	A2 地域
地盤種別	Ⅲ種地盤
活荷重	B 活荷重
死荷重反力	G1 : R ₀ =3000kN, G2 : R ₀ =2700kN
風荷重	設計基準風速 V=40m/s
使用材料	σ _{ck} =30N/mm ² , SD345

キーワード 道路橋示方書, 下部工, コーベル, 照査計算, ダブルチェック, 設計ソフトウェア

連絡先 〒330-6011 さいたま市中央区新都心 11-2 L.A.タワー 大日本コンサルタント株式会社 TEL048-600-6683

表-2 梁の照査結果の対比（決定ケース）

項目				ソフトA		ソフトB		比率（A/B）	
				計算値	制限値	計算値	制限値	計算値	制限値
偶発作用時	鉛直方向	タイプⅡ	曲げ照査	kN・m	8598 ≦ 9089	6720 ≦ 9089		1.28	1.00
			比率／判定		95% / OK	74% / OK			
		せん断照査	kN	67 ≦ 1319	82 ≦ 8443			0.81	0.16
			比率／判定	5% / OK	1% / OK				
	水平方向	タイプⅡ	曲げ照査	kN・m	1266 ≦ 2719	1266 ≦ 2719		1.00	1.00
			比率／判定	47% / OK	47% / OK				
		せん断照査	kN	2356 ≦ 2687	2356 > 2247			1.00	1.20
			比率／判定	88% / OK	105% / NG				

表-3 柱の照査結果の対比（決定ケース）

項目				ソフトA		ソフトB		比率（A/B）	
				計算値	制限値	計算値	制限値	計算値	制限値
永続／変動作用時	橋軸方向	D+EQ	曲げ照査	kN・m	13992 ≦ 15105	13992 ≦ 15245		1.00	0.99
			比率／判定	93% / OK	92% / OK				
		せん断照査	kN	2420 ≦ 8713	2420 ≦ 8655			1.00	1.01
			比率／判定	28% / OK	28% / OK				
	直角方向	D+WS	曲げ照査	kN・m	31848 ≦ 35555	31848 ≦ 33916		1.00	1.05
			比率／判定	90% / OK	94% / OK				
		せん断照査	kN	2722 ≦ 6472	2722 ≦ 6449			1.00	1.00
			比率／判定	42% / OK	42% / OK				

表-4 フーチングの照査結果の対比（決定ケース）

項目				ソフトA		ソフトB		比率（A/B）	
				計算値	制限値	計算値	制限値	計算値	制限値
永続／変動作用時	橋軸方向	D+EQ	曲げ照査	kN・m	712 ≦ 805	711 ≦ 805		1.00	1.00
			比率／判定	88% / OK	88% / OK				
		D	せん断照査	kN	43 ≦ 376	43 ≦ 376		1.00	1.00
			比率／判定	11% / OK	11% / OK				
	直角方向	D	曲げ照査	kN・m	52 ≦ 1999	52 ≦ 1999		1.00	1.00
			比率／判定	3% / OK	3% / OK				
		せん断照査	kN	4 ≦ 501	4 ≦ 509			1.00	0.99
			比率／判定	1% / OK	1% / OK				

具体の相違点を図-2 に示す。ソフト A はトラス機構を想定するため、トラス下端から作用力位置までをアーム長とするが、ソフト B では梁形状の剛体に作用する曲げモーメントを算出するため、図心から作用力位置までをアーム長とする。そのため、ソフト B のアーム長がソフト A のアーム長より短くなり、発生曲げモーメントが小さくなる（表-2 と同傾向）。

上記の結果より、梁をコーベルとして設計する場合は、使用するソフトによって梁の配筋が異なる可能性があるため、注意する必要がある。

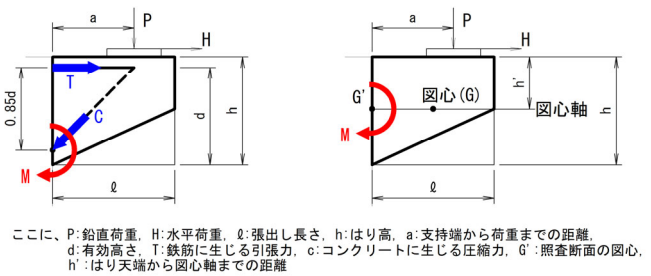
4. 2. 梁の鉛直方向のせん断力

梁をコーベルとして設計する場合は、せん断スパン比の影響を考慮し、有効高変化の影響を考慮してはならないとされている²⁾。本ケースでは、照査位置より外側に上部工反力が作用しないため、ソフト A ではこれら規定を適用せず、ソフト B では適用する。この違いにより、作用力・制限値とも差異が生じている。

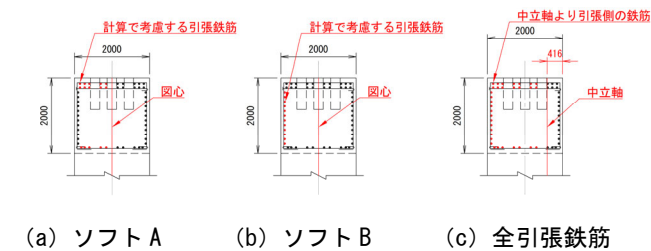
しかし、本ケースは配筋の決定要因ではなく、反力が照査面より外側に作用する場合は、ソフト A も上記を適用するため、設計（配筋）に差は生じない。

表-5 梁の照査の違い（水平力による曲げモーメント）

	特性値の算出方法		H29道示の記述
	ソフトA	ソフトB	
作用の特性値	トラス機構	図心に作用する曲げモーメント	算出方法に関する記述なし。
抵抗の特性値	トラス機構	トラス機構	タイドアーチ的な耐荷機構（≒トラス機構）で抵抗することを原則とする。



(a) ソフト A (b) ソフト B
 図-2 コーベルの発生曲げモーメントの算出方法



(a) ソフト A (b) ソフト B (c) 全引張鉄筋
 図-3 引張鉄筋比の算出方法

4. 3. 梁の水平方向のせん断力

せん断力照査における引張鉄筋比に関する補正係数の違いにより制限値に差異が生じた。各ソフトの引張鉄筋比の算出方法を図-3 に示す。

図-3(c) の赤で示す鉄筋が本ケースでの引張鉄筋であるが、ソフト A では側面鉄筋を、ソフト B では上下面鉄筋を考慮しないことで安全側の設計としている。両方とも安全側の設計ではあるが、道示の計算例では、断面毎に引張鉄筋比が変化する設計の煩雑さを考慮して図-3(a) に示す鉄筋を引張鉄筋としていること⁴⁾、(b) は過度に安全側の設計となることから、本稿では(a) の算出方法が妥当と判断した。

5. 結論

本稿では、標準的な張出し橋脚の設計に着目し、異なる設計ソフトの計算結果について示した。また、4. で示したソフト間の相違点を確認できた。

参考文献

1) 鈴木ら：H29 道示による設計のダブルチェックに関する一事例，橋梁と基礎，2019.5月号，pp.34-39，2019.5.
 2) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅰ編，Ⅲ編，Ⅳ編，Ⅴ編），2017.11.
 3) (公社)日本道路協会：コンクリート道路設計便覧，pp.447-448，1994.2.
 4) (公社)日本道路協会：平成29年道路橋示方書に基づく道路橋の設計計算例，pp.413，2018.6.