

I - 23

斜角を有する鋼箱桁橋の応力解析

大日本コンサルタント(株) ○正会員 向田 昇

斜角の小さい橋梁は、主桁端部付近の床版の応力分布が複雑なため破損を生じやすく、支承反力も大きく異なるものとなる。交差条件より支間 73.0m 斜角 30° の鋼非合成単純箱桁（図-1）が計画されていたことから、床版の応力及び支査反力について検討した。

床版応力の検討

床版厚は以下により設定した。

床版最小全厚 $d_0 = 30L + 110 = 30 \times 2.65 + 110 = 190\text{mm}$

$k_1 = 1.1$ $k_2 = 1.0$ （床版支持桁の不等沈下によって生じる床版の付加曲げモーメントを橋梁した係数）

床版厚 $d = k_1 \times k_2 \times d_0 = 1.1 \times 1.0 \times 190 = 210\text{mm}$

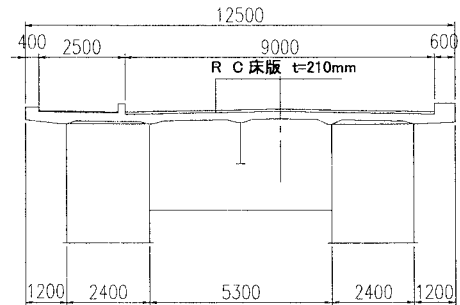


図-1 非合成単純箱桁(2BOX)断面形状

桁端部の床版は、連続性が断たれるので主鉄筋方向の曲げモーメントは一般の床版に比べて2倍程度となる。また、桁端部には伸縮装置が設けられ、その付近の不陸によって自動車荷重による衝撃が桁端部の床版に作用しやすい。

斜角 30° の桁端部片持床版の部分モデルの格子計算により、B活荷重 $T=100\text{KN}$ の載荷による曲げモーメントを求めた。衝撃の影響として衝撃係数 0.4 を考慮し、主桁腹板部及び桁端打ち降ろし部は鉛直方向を固定支持として解析した。

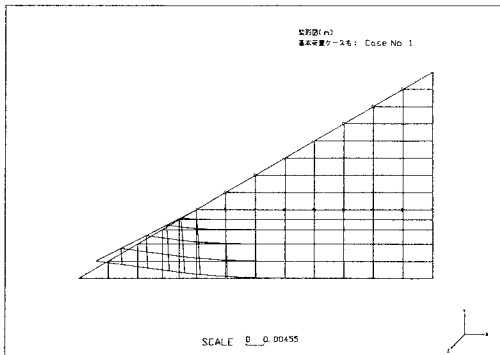


図-2 桁端部載荷によるたわみ変形図

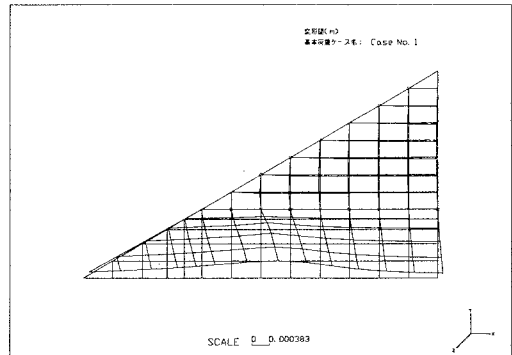


図-3 片持中間部載荷によるたわみ変形図

解析の結果、腹板上の最大曲げモーメントは以下の値であった。

桁端部載荷 格点 21 $M = -80.5 \text{ KNm/m}$ 片持中間部載荷 格点 34 $M = -43.3 \text{ KNm/m}$

道路橋示方書 I 8.2.4 床版の設計曲げモーメント T 荷重(衝撃を含む)単位幅あたりの設計曲げモーメント

片持版 $-PL / (1.30L + 0.25) = -100 \times 0.295 / (1.30 \times 0.295 + 0.25) = -46.6 \text{ KNm/m}$

解析の結果は、斜角よりも桁端部の影響により片持中間部に対して約2倍の曲げモーメントが発生したものと考えられる。これは、片持部の全体張出量が 1.200m で T 荷重に対する床版の支間も $L = 0.295\text{m}$ と小さく斜角の影響が相対的に少なかったものと考えられる。

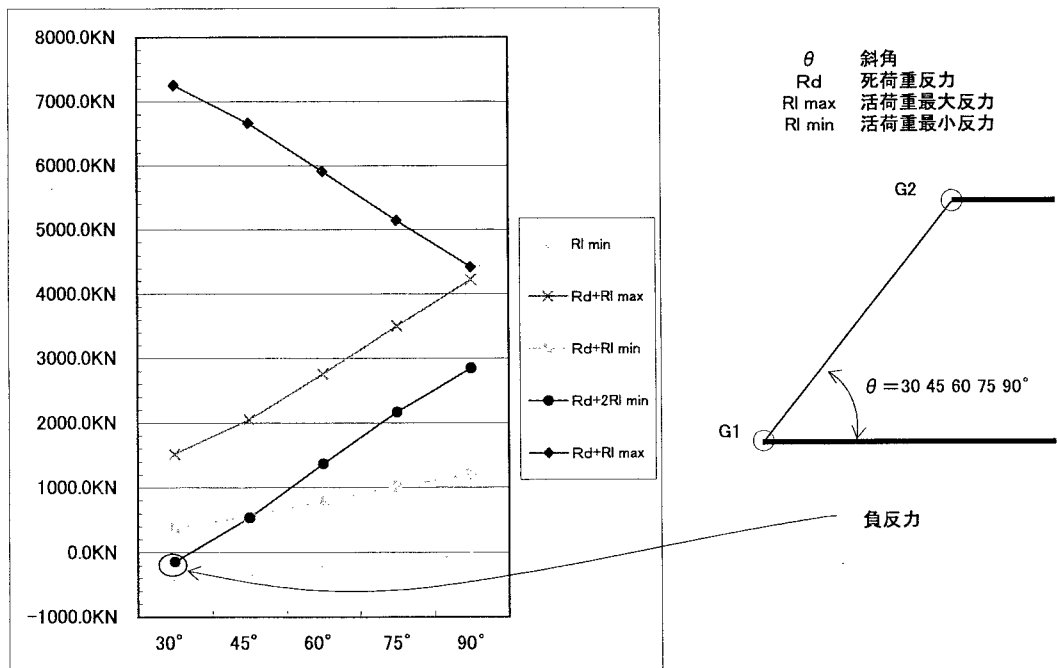
道路橋示方書では桁端部は設計曲げモーメントを 2 倍するとしており、解析においても概ね同様の結果が得られた。

支反力の検討

斜角による支反力の変化を把握するため、支間を同一の 72.8m に設定し、斜角をパラメータとして格子計算を行った。横桁はすべて分配作用を考慮し、斜角は $\theta = 30, 45, 60, 75, 90^\circ$ の 5 ケースについて計算した。

(単位:KN)

	G1						G2					
θ	Rd	RI max	RI min	Rd+RI max	Rd+RI min	Rd+2RI min	Rd	RI max	RI min	Rd+RI min	Rd+2RI min	
30°	714.3	805.8	-429.2	1520.1	376.6	-144.1	5191.6	2065.9	-4.1	7257.5	2061.8	5183.4
45°	1174.7	879.3	-319.5	2054.0	559.8	535.7	4731.1	1934.1	-4.7	6665.2	1929.4	4721.7
60°	1769.2	992.1	-200.2	2761.3	791.9	1368.8	4136.7	1776.5	-6.9	5913.2	1769.6	4122.9
75°	2379.6	1122.8	-105.7	3502.4	1017.1	2168.2	3526.2	1619.4	-13.8	5145.6	1605.6	3498.6
90°	2962.6	1259.7	-56.6	4222.3	1203.1	2849.4	2943.3	1482.1	-33.4	4425.4	1448.7	2876.5



- 斜角 30° では道路橋示方書 (平成 14 年 3 月) に示される「支承部に作用する力」 $R_u = 2R_{L+1} + R_d$ の照査において -144.1KN の負反力が発生する。負反力を発生させないのが基本であり、カウンターウエイト等による負反力対策が必要となる。
- G1 桁と G2 桁の反力バランス $G2/G1$ を考えると、 $\theta = 30^\circ$ 4.8 倍 $\theta = 60^\circ$ 2.1 倍 $\theta = 90^\circ$ 1.0 倍と斜角の影響が大きい。

まとめ

斜角の小さい片持床版について検討を行い、車道部張出量 1.2m 程度以下であれば、斜角による応力集中は大きなものとはならない事を確認したが、橋軸直角方向の主鉄筋に加えて、斜角方向の補強筋が交差し、版端による活荷重設計曲げモーメントを 2 倍にするに代えて、鉄筋量を一般部の 2 倍とすることから、コンクリートは打設不良となりやすい。

支反力の活荷重最小値に着目すると、斜角 75° では斜角 90° とほとんど差がなく、斜角 60° においても斜角 90° とその差は少ない。斜角 30° では顕著にその差が大きくなり、計画の橋梁では負反力対策が必要となった。

以上より橋梁の斜角は 60° 以上とする事が望ましいと考えられる。