

(115) 大型円筒型枠(φ1600)を用いた斜π橋の施工について

日本鋼弦コンクリート(株) 東北支店 正会員 ○猪股信之
 同上 東北支店 正会員 高橋忠博
 (株)栗本鐵工所 東北支店 梶木恒介

1. はじめに

高速道路建設に伴う跨高速道路橋に施工例の多い斜材付きπ型ラーメン橋に用いられる円筒型枠は、φ600~φ1200が一般的である。今回施工した山形自動車道酒田鶴岡線工事の内、山形県朝日村に位置する熊出第三跨道橋は、水路断面併設の変形断面でありしかも水路断面が大きいためこれに使用する円筒型枠も使用例の少ないφ1600mmという大型になった(図-1)。本論文は、この円筒型枠の製作、試験、施工に関する報告である。

図-1

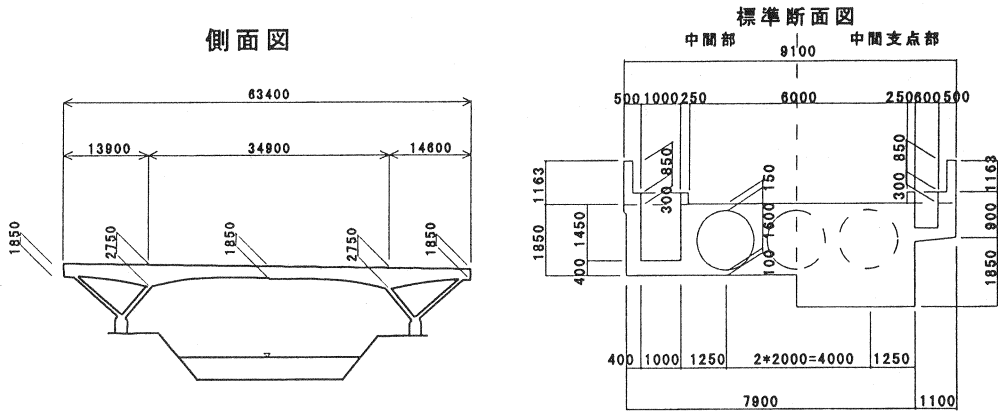


図-1 橋梁一般図

2. 円筒型枠の補強方法について

日本道路公団薄鋼板製円筒型枠試験基準による許容荷重及び変位量は次の通りである。

1) 円筒型枠は、曲げ試験において下記(1)により算出されたPが載荷されたとき載荷点の変位量 $\Delta \gamma l$ は(2)式に示す条件を充足しなければならない。

$$P = 1130D^2 \cdot \alpha \quad \dots (1)$$

$$\Delta \gamma l = (6/100) P \leq 10 \text{ mm} \quad \dots (2)$$

P = 荷重 (kgf)、 $\Delta \gamma l$ = 変位量 (mm)

D = 円筒型枠の公称径 (m)

α = 定数 = 0.35

2) 円筒型枠は上記条件を充足するほか、1.5Pまで載荷しても破壊又は、有害と認められる変形を生じないこと。円筒型枠補強は図-2の通りとした。

図-2 円筒型枠補強図

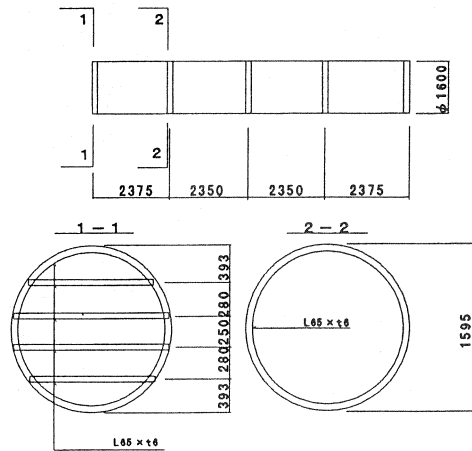


図-2 円筒型枠補強図

5) 測定結果

表 - 1 曲げ試験結果表

表-1の測定結果により、P点における変位量はいずれも許容たわみ量 $\Delta\gamma l = 10\text{ mm}$ 以内であった。

又、許容荷重1.5P点における破壊又は、有害と認められる変形も生じず判定は合格であった。

供試体番号	1			2			3			
	薄鋼板製			同左			同左			
円筒型枠の種類	薄鋼板製			同左			同左			
円筒直径D (m)	1.60			"			"			
定数; α	0.35			"			"			
$P = 1.130D \cdot \alpha$ (kgf)	1012			"			"			
許容荷重1.5P (kgf)	1519			"			"			
許容たわみ $\Delta\gamma l = (6/100)P$	10			"			"			
測定位置	たわみ (10 mm)			たわみ (10 mm)			たわみ (10 mm)			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
荷重 (kgf)	720	617	55	0	552	53	0	581	54	0
	800	689	64	0	613	55	0	652	58	0
	880	759	67	0	688	59	0	720	64	0
	960	832	75	0	745	65	0	788	70	0
	(1012)	875	77	0	787	67	0	829	72	0
	1040	898	78	0	809	68	0	851	73	0
	1120	974	85	0	873	74	0	922	79	0
	1200	1042	86	0	937	77	0	989	84	0
	1280	1120	90	0	1004	83	0	1057	87	0
	1360	1190	99	0	1070	88	0	1123	93	0
	1440	1271	110	0	1143	93	0	1200	98	0
	1520	1352	119	0	1217	99	0	1273	104	0
破壊荷重	1519以上			1519以上			1519以上			
許容荷重時たわみ (mm)	8.75			7.87			8.29			
判定	合格			合格			合格			

4. 浮力の検討

この円筒型枠浮力計算では固定ボルト割付スパンの検討、及び取付バンド、取付ボルト、フォームタイの強度を検討し、安全率を求めた。

1) 円筒型枠に作用する浮力 (Rmax)

コンクリート打設時において円筒型枠に作用する浮力は、コンクリートの流動性、打設方法、打設速度、配合比、外気温度、バイブレーターの使用などの要因に影響される。又、コンクリートは、半流動体であり打設中でも硬化し浮力は軽減される。しかし、ここでは標準的なコンクリート打設状況下において、コンクリート本体を完全な流動体として、浮力を求め計算を行った。

円筒型枠を複数点支持の連続梁と考えたある1点の最大反力: Rmaxは次式で示される。

$$R_{\max} = A \times \pi \times D^2 \times L \times \gamma / 4 \quad \text{ただし } A: \text{連続梁係数 (1.14)} \quad D: \text{円筒型枠直径 (m)}$$

$$L: \text{取付バンドピッチ (m)} \quad \gamma: \text{コンクリート比重}$$

$$D = 1.600, L = 0.500 \text{ とすると} \quad (2.30 \times 10^4 \text{ N/m}^3)$$

$$R_{\max} = 26359$$

2) 取付バンドの安全率 (S1)

取付ボルトの引張強度は、取付バンドのU金具の取付部 (溶接部) で決定し、その破断強度 (引長強度) は次式で示される。

$$L_{\max} = 2.17 \times 10^4 \text{ N/mm}^2 \quad S1 = 2 \times L_{\max} / R_{\max} = 1.64$$

3) 取付バンドの安全率 (S2)

取付ボルトの安全率S2は次式で示される。

$$S2 = (2 \times \pi \times d^2 / 4 \times \sigma) / R_{\max} \quad d: \text{ボルトの谷径 (9.9 mm)}$$

$$= 2.33 \quad \sigma: \text{ボルトの引張強さ (400)}$$

4) フォームタイの安全率 (S3)

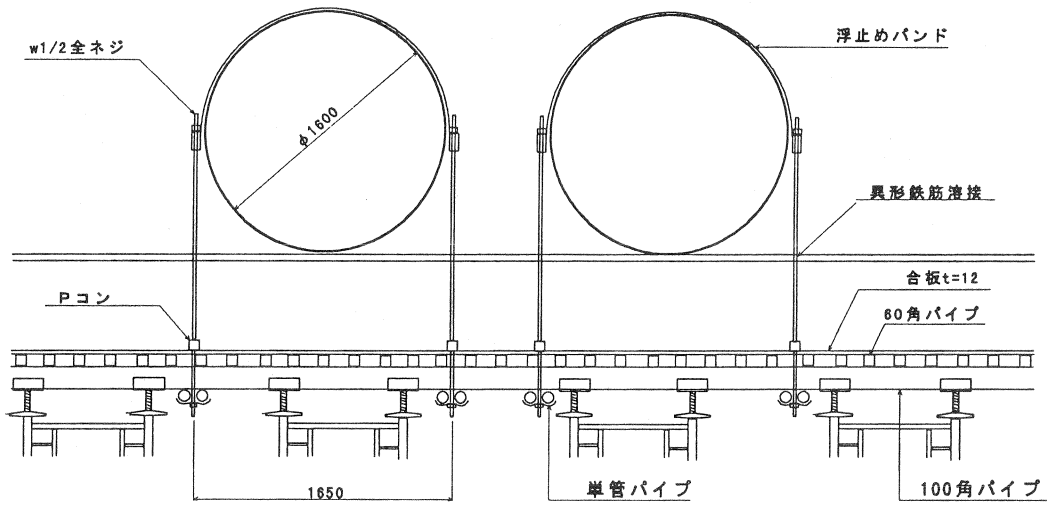
フォームタイの許容引張強度はW1/2の場合 $T_{\max} = 2.74 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ である。

従って、フォームタイの安全率S3は次式で示される。

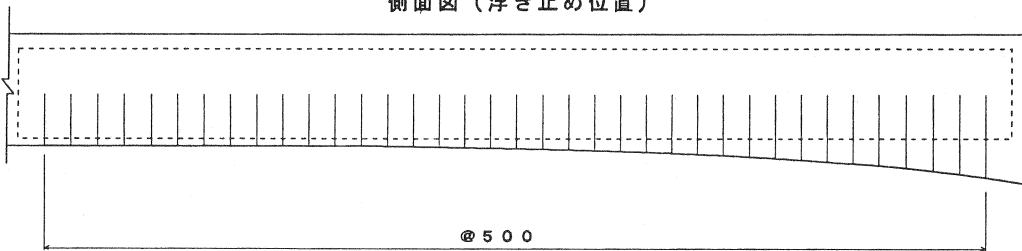
$$S2 = 2 \times T_{\max} / R_{\max} = 2.08$$

以上の計算結果から取付バンド、取付ボルト、フォームタイ強度に対し安全率1.5以上を確保しているため、これに基づき図-3の様に計画し、施工を行った。

円筒型枠固定図



側面図 (浮き止め位置)



打設順序 (4層打ち)

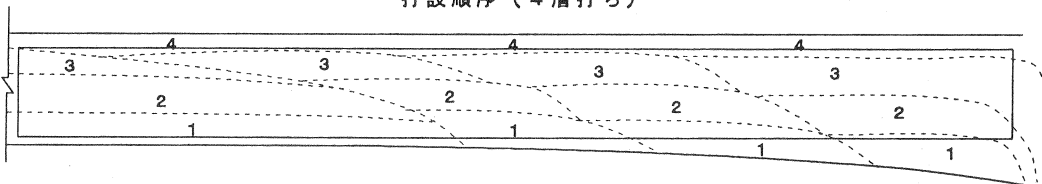


図 - 3 円筒型枠固定方法及び打設順序

5. 施工結果

前述の通り、種々の検討及び計算に基づき施工を行った。現場での施工では、コンクリート本体の浮力による影響が心配された為、取付ボルトの締付確認 (特にPコン部のネジ込長) を入念に行った。

又、コンクリートの打設方法を4層打ちとし、打設速度もコールドジョイントの出来ない範囲で遅くし、浮力の軽減に努めると共に、異常の有無確認の為の監視員を配置して施工した。

幸い、心配された浮力による円筒型枠の変位及び変形破壊等は見受けられず無事施工出来た。

今後、大口径円筒型枠使用に当たりこの報告が役立てば幸いである。

6. おわりに

この工事に当たり指導を頂いたJH東北支社鶴岡工事事務所の関係者の方々、又円筒型枠の各種の検討及び実験に協力頂いた(株)栗本鐵工所建材事業部の皆様に深く感謝の意を表します。