

$$P=11.3D^2 \cdot \alpha \quad \dots \quad (1)$$

$$\Delta r_1=6P \leq 10 \text{ (mm)} \quad \dots \quad (2)$$

上式中 P: 荷重(kN)

$\Delta r_1$ : 変位量(mm)

D: 円筒の直径(m)

$\alpha$ : 定数 0.35

図-2 荷重位置及び計測位置

(2) 荷重の改ざん

試験に際して、図-3に示すプルービングリングと呼ばれる特殊な治具とプルービングリング内に設置したダイヤルゲージでプルービングリングの変形量を計測する。この変形量から変形量-荷重換算表にしたがって載荷荷重に読み替えることにより、荷重を間接的に計測する。

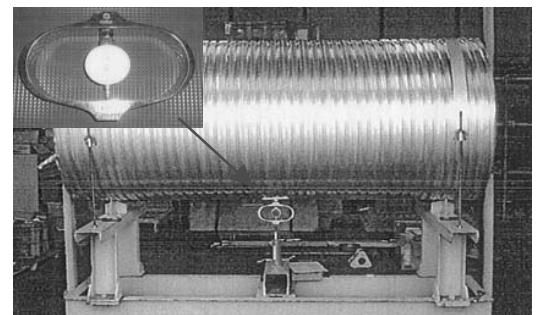


図-3 試験実施状況

なお、A社の荷重の改ざんは、この変形量-荷重換算表を改ざんし正規の載荷荷重よりも小さな荷重で試験が行われていた。

4. 円筒型枠の挙動について

改ざん等による中空床版橋の安全性への長期的な影響を検討するために、実物大の口径の供試体を用い実際の施工を再現したコンクリート打設試験を実施して円筒型枠の挙動を調査した。

(1) 打設試験計画

コンクリートの打設に際しては、実際の橋梁における打設状況を再現するため、以下の計画とした。これは、円筒型枠に過剰なコンクリートの偏圧による影響を避けることや供試体は打設規模が小さい(1供試体あたり約5m<sup>3</sup>)ことから、打設の順序、コンクリートの立ち上がり速度、1リフト高(約50cm以下)などに特に配慮した。

試験ケース数は、A社のカタログ記載の板厚より薄い7つの口径と、A社とB社の各々代表的な3つの口径の製品を合わせて表-1に示す合計13ケースとし、各試験ケースのばらつきを考慮し供試体は1ケースにつき2体とした。供試体の寸法・形状は実構造物を参考に表-2、図-4に示すとおりとした。(図-5参照) また、コンクリートは、φ550~φ850についてはRC用の呼び強度24N/mm<sup>2</sup>、φ900~φ1300についてはPC用の呼び強度36N/mm<sup>2</sup>とし、スランブは共に8cmのものを使用した。

表-1 コンクリート打設試験ケース

表-2 供試体の寸法

型わく径 D (mm)	A社				B社	
	板厚		試験ケース		板厚 t (mm)	試験ケース t
	t (mm)	t' (mm)	t	t'		
550	0.6	0.5 (-0.1)	○	○	0.6	○
750	0.7	0.6 (-0.1)	-	○	0.8	-
800	0.8	0.7 (-0.1)	-	○	0.8	-
900	1.0	0.8 (-0.2)	○	○	1.0	○
1,150	1.2	1.0 (-0.2)	-	○	1.2	-
1,200	1.2	1.0 (-0.2)	-	○	1.2	-
1,300	1.6	1.2 (-0.4)	○	○	1.2	○*
合計			3ケース	7ケース		3ケース

口径 D (mm)	固定バンドの間隔 S (m)	供試体寸法		
		B (mm)	H (mm)	L (mm)
550	2.00	1,250	800	6,000
750	2.00	1,450	1,000	6,000
800	2.00	1,500	1,050	6,000
900	1.65	1,600	1,150	5,300
1,150	1.15	1,850	1,400	4,300
1,200	1.10	1,900	1,450	4,200
1,300	1.00	2,000	1,550	4,000

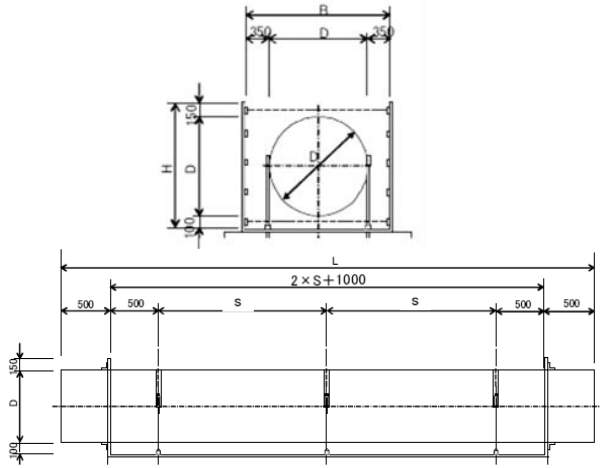


図-4 供試体の形状

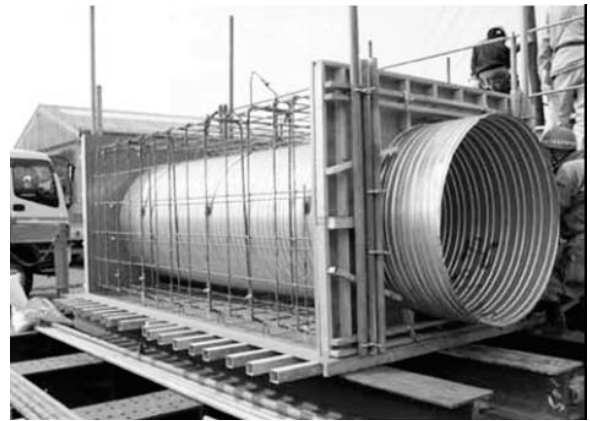


図-5 供試体

(2) 円筒型枠の変形

円筒型枠の変形量の計測は、図-6 に示すように固定バンドの位置 (3断面) とその支間中央部 (2断面) の計5断面において、円筒型枠の上下左右の4箇所で行った。計測のタイミングは、円筒型枠の半分の高さまでの打設時と円筒型枠の直上 150mm厚を確保した打設完了時の2回とした。

打設完了時における各ケースの各供試体について、最大値を計測した測定断面の変位を図-7, 8 に示す。

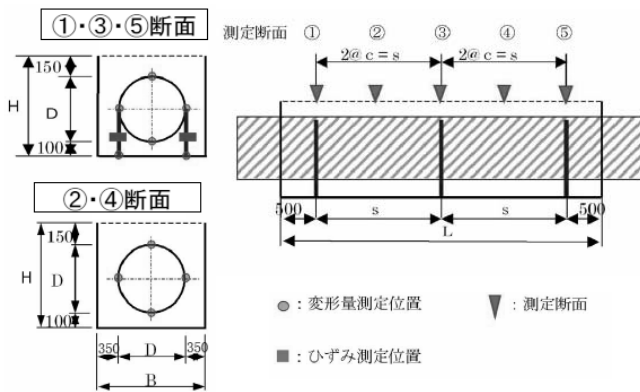
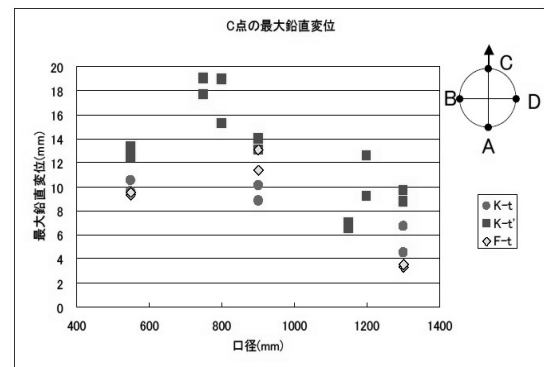


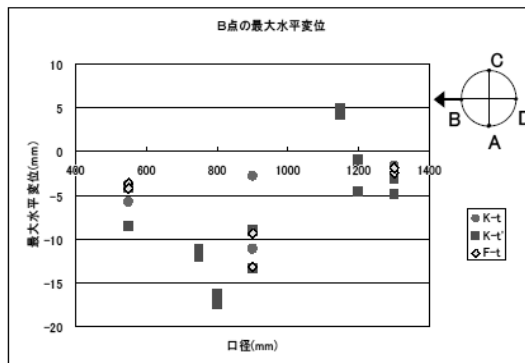
図-6 変位の測定箇所



注1) ● K-t : A社製-カタログ記載の標準板厚のもの。  
 ■ K-t' : A社製-カタログ記載の標準板厚を下回る板厚のもの。  
 ◇ F-t : B社製-カタログ記載の標準板厚のもの。

注2) 鉛直変位は、円筒型わくが広がる方向を正とする。

図-7 円筒型わくの変位 (鉛直方向)



注1) ● K-t : A社製-カタログ記載の標準板厚のもの。  
 ■ K-t' : A社製-カタログ記載の標準板厚を下回る板厚のもの。  
 ◇ F-t : B社製-カタログ記載の標準板厚のもの。

注2) 水平変位は、円筒型わくが広がる方向を正とする。

図-8 円筒型わくの変位 (水平方向)

打設試験の結果は、以下のとおりであった。

- ①C点の変位である円筒型枠の頂部についての上方への変形量は、最大 19mmであり、円筒型わく直上のコンクリート断面厚が最大 19mm減少することになる。
- ②B点とD点の変位である円筒型枠の側面の外側への変形量は、両点とも最大 5mmであり、円筒型わくの間のコンクリート断面厚が最大 5mm減少することになる。
- ③同一ケースでの2体の供試体間での変形量のばらつきは5mm程度以下であった。
- ④同一の口径について板厚が薄いことによる増加する変形量は最大 5mmであった。

(3) 変形の考察

円筒型枠の変形に関する考察を図-9に示す。

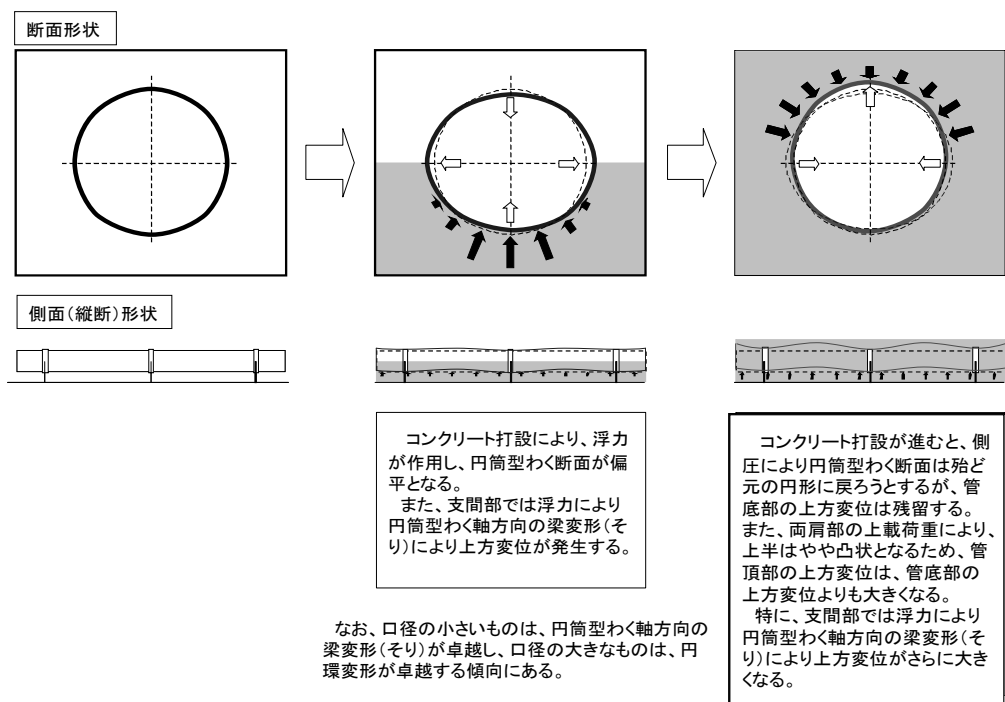


図-9 円筒型わくの変形に関する考察

5. おわりに

上述のコンクリート打設試験結果から、A社製の円筒型枠においてカタログに記載する鋼板厚より薄いものは、カタログに記載された鋼板厚のものに比べ円筒型枠の上方への変形により、円筒型枠上部の床版部の厚さが減少する度合いが若干大きくなるのが観察された。

これについては、円筒型枠上部での2次元FEM解析を実施して、せん断応力度や曲げ応力度について照査した結果、及び建設から相当の期間を経た中空床版橋における中空部内部の劣化の進行が見られないことなどにに基づき、円筒型枠の変形の増加が中空床版橋の耐荷力、長期耐久性への影響は無いことが判断された。

また、改ざんのあった円筒型枠を使用したにも関わらず、これまでの現場施工において大きな変状が生じなかったのは、円筒型枠の口径に応じて、固定バンドの設置間隔を変化させ施工してきたことが挙げられる。

最後に、本検討を行うにあたり、『円筒型わくを使用したコンクリート橋に関する技術検討委員会』において委員長池田尚治横浜国立大学名誉教授、委員の梅原秀哲名古屋工業大学副学長、河野広隆京都大学教授にご指導を頂きました。ここに改めて感謝の意を表します。