コンクリート打設に伴う中空床版橋の円筒型枠の挙動に関する技術的検討

西日本高速道路(株) 正会員 〇井手 俊也 東日本高速道路(株) 安川 義行 中日本高速道路(株) 忽那 幸浩

1. はじめに

平成19年11月に、鋼製円筒型枠の製作会社(以下、A社 という)から、東日本高速道路㈱・中日本高速道路㈱・西日本高速道路㈱(以下、NEXCO3社 という)が定める床版用円筒型枠(以下、円筒型枠という)の強度試験(JHS401-1999)における荷重の改ざん並びにカタログに記載する鋼板厚より薄い板厚の製品を納入したとの報告を受けた。事実確認とあわせて他の製作会社についても同様の問題が無いか調査したところ、他の1社(以下、B社 という)において当該強度試験を実施せずに過去の試験成績表を改ざんして納入した事実が判明した。

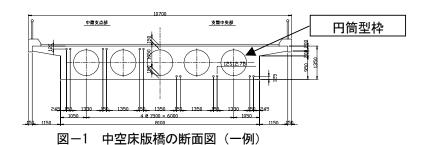
NEXCO3社は、コンクリート中空床版橋(以下、中空床版橋 という)の緊急点検を実施し、安全性に直ちに影響はないことを確認したものの、改ざん等のあった円筒型枠を使用した中空床版橋の長期的な影響を確認するため、実物大の試験体を使用したコンクリート打設による円筒型枠の変形の計測並びにこの変形に対する構造的な検討を実施した。

本稿は、「中空床版橋の安全性への長期的な影響は無いと考えられる」という結論に至った円筒型枠の挙動に関する技術的検討で実施したコンクリート打設試験を中心に報告するものである。

2. 円筒型わく

円筒型わくは、1960年代の名神高速道路建設工事で床版内に空洞を設け軽量化を図った中空床版橋の施工のために使われ始め、当初は合板やダンボールで作られたが、雨天時の品質確保などの問題から次第に薄鋼板で作られるようになった。(図-1参照)

仮設材としての円筒型枠には、コンクリート打設時からコンクリートが硬化するまでの間、その浮き上がりや変形により所要のコンクリート部材厚や鉄筋のかぶりに影響を与えないことが求められる。

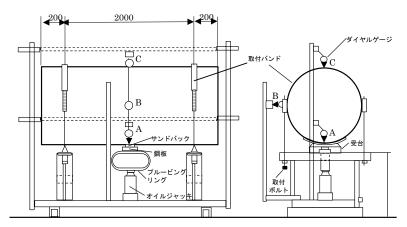


3. 試験成績の改ざん等の概要

(1) 試験方法(JHS401-1999)

円筒型わくの試験は、図-2 に示す載荷方法の曲げ試験により行う。供試体は 2m間隔の取付バンドを含む実物大供試体によるものとし、試験は1つの口径につき 3 個の供試体を使用して、そのいずれもが指定の要求を満足しなければならない。

実際の円筒型枠は、多点で取付バンドにより固定されコンクリート打設による荷重も分布荷重であるが、試験としては単純梁に1点集中荷重を載荷して行い、式(1)により算出される荷重を載荷したときに、載荷点の変位が式(2)に示す条件を満足しなければならないこと、及び1.5Pまで載荷しても破壊または有害と認められる変形を生じてはならないとしている。



 $P=11. 3D^2 \cdot \alpha \qquad \cdots \qquad (1)$

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

上式中 P:荷重(kN)

Δr₁:変位量(mm) D:円筒の直径(m)

α:定数 0.35

図-2 載荷位置及び計測位置

(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一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。

なお、A社の荷重の改ざんは、この変形量ー荷重換 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。

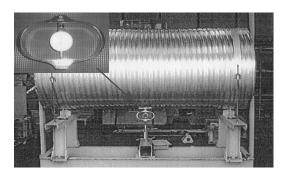


図-3 試験実施状況

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 $5\,\mathrm{m}$)ことから,打設の順序,コンクリートの立ち上がり速度, $1\,\mathrm{J}$ フト高(約 $50\,\mathrm{c}$ m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、 $\phi550\sim\phi850$ についてはRC用の呼び強度24N/m㎡、 $\phi900\sim\phi1300$ についてはPC用の呼び強度36N/m㎡とし、スランプは共に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	A社				B社	
D	板厚		試験ケース		板厚	試験ケース
(mm)	t (mm)	t' (mm)	t	ť	t (mm)	t
550	0.6	0.5 (-0.1)	0	0	0.6	0
750	0.7	0.6 (-0.1)	I	0	0.8	_
800	8.0	0.7 (-0.1)	-	0	0.8	_
900	1.0	0.8 (-0.2)	0	0	1.0	0
1,150	1.2	1.0 (-0.2)	-	0	1.2	_
1,200	1.2	1.0 (-0.2)	-	0	1.2	-
1,300	1.6	1.2 (-0.4)	0	0	1.2	0*
合 計			3ケース	7ケース		3ケース

口径	固定バンドの間隔	供試体寸法			
D (mm)	S (m)	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	

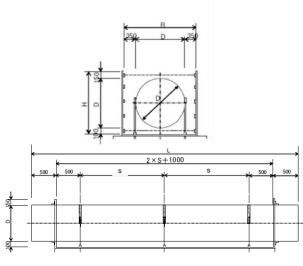


図-4 供試体の形状

(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 箇所で実施した。 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。

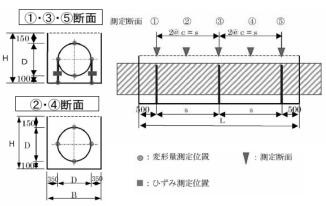
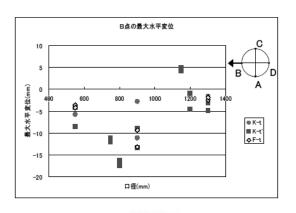


図-6 変位の測定箇所



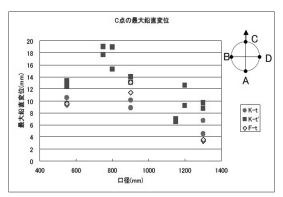
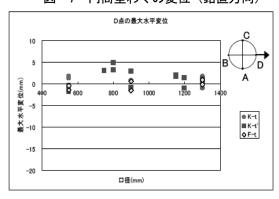


図-5 供試体

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。

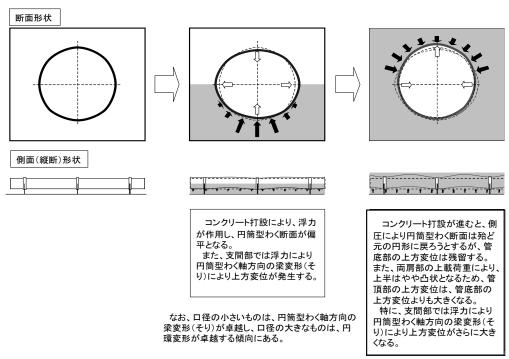


図-9 円筒型わくの変形に関する考察

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ことが観察された。

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 おいて委員長の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。