

III-43

二次覆工との一体化鋼製セグメントの解析モデルについて

新日本製鐵株式会社 正員 大田 孝二
住友金属工業株式会社 正員 石田 英行
山本建材リース株式会社 正員 海保 晴喜
日本シールドエンジニアリング株式会社 正員 〇白井 孝典

1. はじめに

圧力トンネルのような、内水圧が作用するトンネル覆工体として、二次覆工との一体化鋼製セグメントの適用性を検討し、昨年は、二次覆工との一体化鋼製セグメントリングの水圧実験結果として、鋼製セグメントと二次覆工が一体となって内・外圧に抵抗していることを報告した。¹⁾今回は、この実験結果を説明しうる解析モデルについて報告する。

2. 解析モデル

解析モデルは、図-1、2に示す2種類を考えた。図-1は、実験に使用したセグメントリングおよび二次覆工をそれぞれモデル化したもので、セグメント本体および二次覆工リングを梁部材に、また、セグメント継手を回転ばねに、リング継手をせん断ばねにそれぞれ置換し、セグメントリングと二次覆工リング間の力の伝達を計算上無限大のばねで行なうものとしたモデルである。尚、この両覆工間のばねは、両覆工が内・外圧に対し一体となって抵抗していることが実験より確かめられていることから、リング全周に設けている。また、内圧に対する解析を行なう場合には、セグメント継手部に引張ばねも設けている。図-2は、セグメントリングと二次覆工を剛性一様な一本の梁部材に置換したモデルで、図-3に示すように、セグメント本体を曲げ剛性の有効率(η_B)考慮した $\eta_B EI \cdot EA$ なる剛性を有する鉄筋に置換した鉄筋コンクリート断面を考えることとした。内水圧に対する解析を行なう場合には、セグメント継手の存在によるセグメントリングとしての軸引張剛性の低下すなわち、軸剛性の有効率(η_N)を考慮し $\eta_B EI \cdot \eta_N EA$ なる剛性を有する鉄筋と考えた。

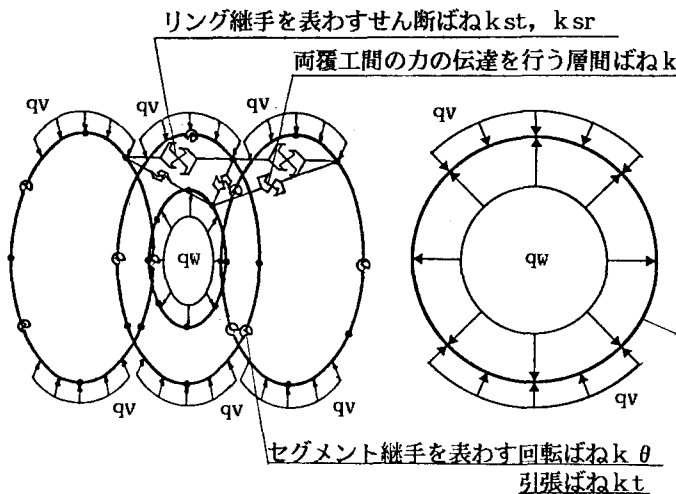


図-1 解析モデル1

図-2 解析モデル2

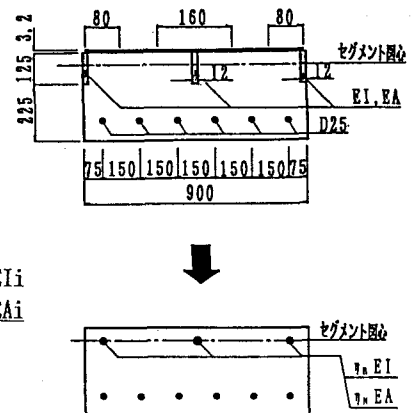


図-3 仮想鉄筋コンクリート断面

解析に用いた入力定数は、表-1に示す通りである。ここで、回転ばね定数 $k\theta$ は、村上・小泉等の方法による計算値であるが、他は実験値である。

3. 解析結果

解析結果の例として、外荷重による軸力図および曲げモーメント図と、内水圧による軸力図を図-4～6に示す。これらの図中、●印は、実験値であり、破線が、モデル1による解析結果、実線が、モデル2による解析結果を示している。これらを見ると、外荷重に対しては、モデル2による解析結果が実験結果をほぼ説明していることがわかる。また、内水圧に対しては、どちらのモデルとも大差なく、実験結果よりやや大きな結果となっているが、概ね説明できているものと思われる。また、図-7は、外荷重による荷重と内空変位量の関係である。これからも、モデル2による解析結果が、実験結果をほぼ説明できていることがわかる。

表-1 入力定数

回転ばね定数	$k \theta (+)$	321000	(kg·cm/rad)
	$k \theta (-)$	363000	(kg·cm/rad)
せん断ばね定数	k_{st}	27500	(kg/cm)
	k_{sr}	27500	(kg/cm)
引張ばね定数	k_t	55500	(kg/cm)
層間ばね定数	k	∞	

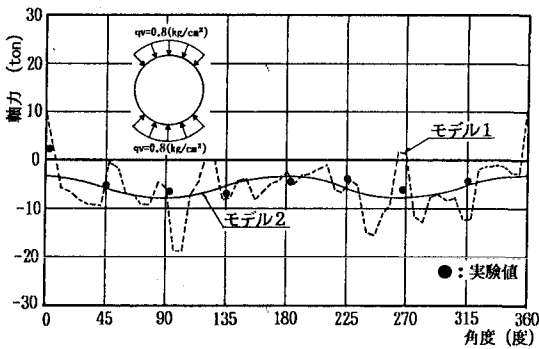


図-4 軸力図

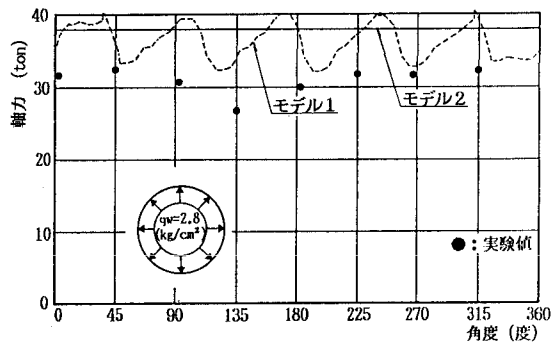


図-6 軸力図

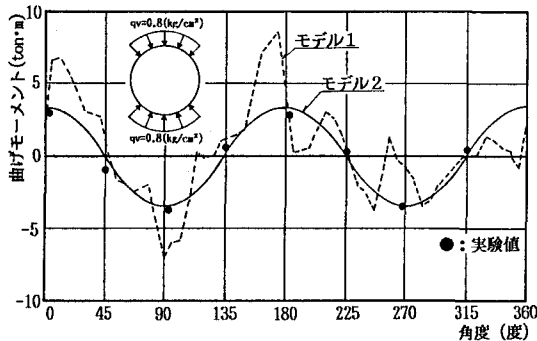


図-5 曲げモーメント図

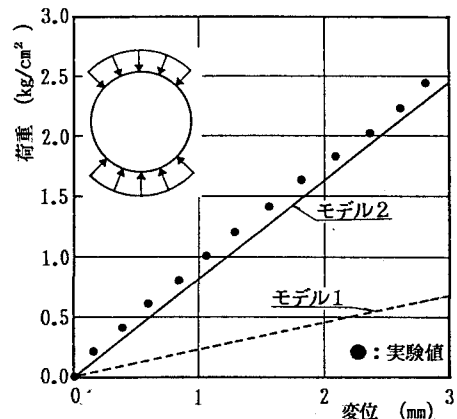


図-7 荷重と内空変位の関係

4. まとめ

これらの結果は、二次覆工にひびわれが発生する前であるが、二次覆工との一体化鋼製セグメントの解析は、両覆工を一本の梁部材の置き換えたモデル2でほぼ説明できると思われる。しかし、実験に用いた供試体は、二次覆工に鉄筋を入れてあるため、ひびわれをヒンジとして取り扱うことができず、今後は、ひびわれの評価方法および、ひびわれ発生後の挙動を説明しうる解析モデルの検討を進めるとともに、セグメントリングが受ける土圧・水圧による先行応力の課題についても検討を進める必要がある。

参考文献 1) 土木学会 第43回年次学術講演会講演概要集 III pp.964-965