

I-590

シールドトンネルの耐震性に及ぼす二次覆工鉄筋量の影響

建設省土木研究所 正員 川島 一彦
建設省土木研究所○正員 杉田 秀樹
建設省土木研究所 正員 加納 尚史

1. はじめに

軸力あるいは曲げを受けるシールドトンネルの長手方向変形特性について、二次覆工に十分な長手方向鉄筋が配置されていない場合には、トンネルの損傷が特定のリング接合面に集中して生じることがわかっている¹⁾。このため、トンネルの損傷が特定のリング接合面に集中するのを防ぐために必要な二次覆工の長手方向最小鉄筋量を明らかにすることを目的として、トンネル部分模型供試体の正負交番軸力載荷実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 載荷実験の概要

実験供試体は、図1に示すように、外径4～5m級のシールドトンネル覆工の一部をトンネル長手方向に切り出した形状であり、幅50cm、長さ90cm、厚さ20cmのRC平板型セグメントをリング継手により6リング分連結した上に、厚さ20cmの二次覆工コンクリートを打設してジベル筋により一体構造としたものである。供試体への正負交番の軸力の載荷は、供試体の両端をそれぞれ反力フレーム及び動的加振機に連結し、動的加振機を変位制御で前後に操作することにより行った。

実験ケースとしては、表1に示すように、リング継手の破断耐力と二次覆工鉄筋の破断耐力の合計が二次覆工コンクリートの引張耐力の約90、120、140%となるように、二次覆工鉄筋量をD6×3本（ケース1）、D10×3本（ケース2）、D10×4本（ケース3）と変化した3ケースとした。ただし、これは部材の公称の強度に基づいた場合であり、部材試験に基づく実勢強度を用いると、リング継手の破断耐力と二次覆工鉄筋の破断耐力の合計が二次覆工コンクリートの引張耐力のそれぞれ約108、152、176%となっている点に注意する必要がある。

3. 実験結果

1) 二次覆工鉄筋量の大小が供試体の破壊特性に及ぼす影響

ケース1～3の供試体の最終的な破壊状況を示すと図2の通りである。これによれば、供試体の破壊特性に関して以下の点が指摘される。

①3体の供試体はともに、二次覆工の損傷（コンクリートのクラック、二次覆工鉄筋の降伏）が全てのリング接合面に分散して生じた。したがって、実勢強度に基づくリング継手の破断耐力と二次覆工鉄筋の破断耐力が二次覆工コンクリートの引張耐力を上回っている場合には、二次覆工の損傷は分散する。

②3体の供試体の最終的な破壊は、ともに1箇所のリング接合面でリング継手及び二次覆工鉄筋が破断することによって生じた。したがって、特定のリング接合面でリング継手あるいは二次覆工鉄筋の破断が生じた後には、損傷は当該リング接合面に集中する。

2) 二次覆工鉄筋量の大小が供試体長手方向の変形特性に及ぼす影響

ケース1～3の供試体について、1箇所のリング接合面で二次覆工コンクリートにクラックが生じた瞬間に、他のリング接合面で生じていた供試体長手方向の相対変位を示すと図3の通りである。これによれば、1箇所のリング接合面で二次覆工コンクリートにクラックが生じた瞬間の各リング接合面の相対変位は、ケース1で1.63～9.08mm、ケース2で0.67～3.84mm、ケース3で0.51～3.15mmである。これは、二次覆工鉄筋量が少ないほど新たな二次覆工コンクリートのクラックが生じにくく、二次覆工の損傷が分散しにくくなることを示すものである。

4. まとめ

本実験により、リング継手の破断耐力と二次覆工鉄筋の破断耐力の合計が二次覆工コンクリートの引張耐力を上回るように二次覆工鉄筋量を定めれば、二次覆工の損傷が各リング接合面に分散して生じることが明らかになった。今後、二次覆工鉄筋量をさらにどの程度まで減少させても二次覆工の損傷の分散が期待できるかについて検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 川島・杉田・加納：シールドトンネルの耐震性に関する研究（その5）、土木研究所資料、第2649号、昭和63年7月

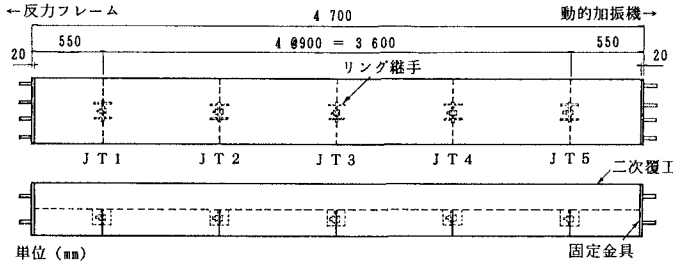


図1 実験供試体

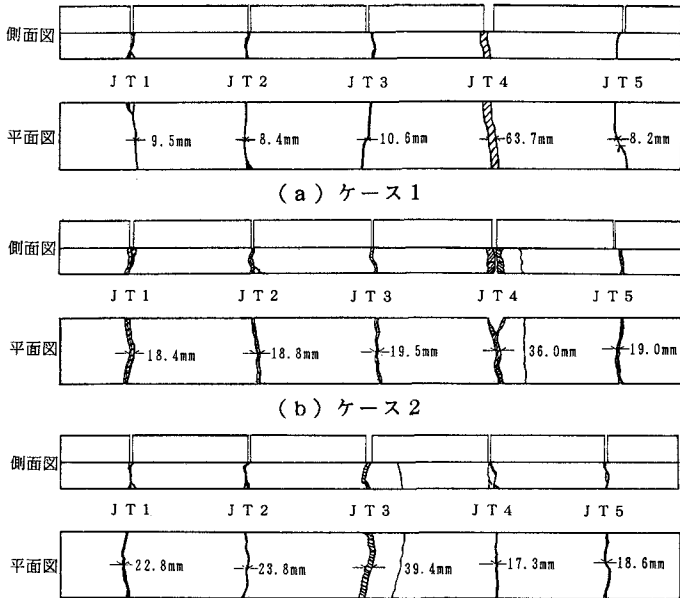
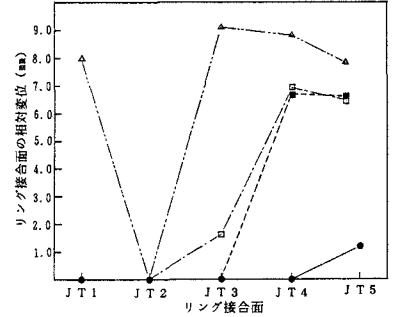
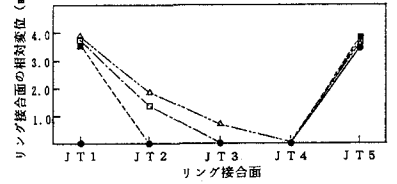


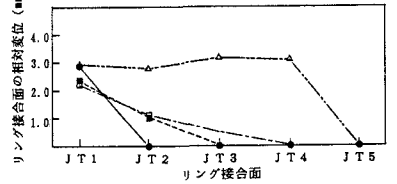
図2 供試体の最終状況



(a) ケース1



(b) ケース2



(c) ケース3

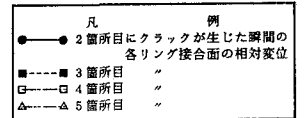


表1 実験ケース及び覆工部材の耐力

	一 次 覆 工			二 次 覆 工			
	セグメント	77カ-鉄筋	リツカ継手	コンクリート	長手方向鉄筋		
					ケース 1	ケース 2	ケース 3
寸法	200×500cm	D13×2本	M22×1本	200×500cm	D6×3本	D10×3本	D10×4本
断面積 (cm ²)	1000	2.53	3.03	1000	0.95	2.14	2.85
強度規格	420kgf/cm ²	SD35	8.8	240kgf/cm ²	SD35	SD35	SD35
降伏強度 (kgf/cm ²)	—	3500	6400	—	3500	3500	3500
降伏耐力 (tf)	—	8.86	19.39	—	3.33	7.49	9.97
破断強度 (kgf/cm ²)	28.0*	5000	8000	19.3*	5000	5000	5000
破断耐力 (tf)	28.0	12.65	24.24	19.3	4.75	10.70	14.25
(アンカー鉄筋の破断耐力+二次覆工鉄筋の破断耐力)				× 1 0 0 (%)	90.2	121.0	139.4
二次覆工コンクリートの破断耐力							

注) *: コンクリート標準示方書による計算値 (0.5×(強度規格)^{2/3})

図3 二次覆工コンクリートにクラックが生じた瞬間のリング接合面の相対変位