

軸力と曲げを受ける低鉄筋RC部材の耐力と変形性状について

日本大学工学部 正員 原 忠勝

○ 日本大学大学院 学生員 今泉 仁史

日本大学大学院 学生員 久保田 真

1. はじめに

従来、都市部のトンネルは、シールド工法が主流であるが、経済的な理由や土質条件からNATM工法が用いられるようになってきた。しかし、最近における都市の過密化は、トンネル構造物の輻輳化を、余儀なくされているのが現状である。このため、トンネルの深層化、近接施工に対処できる合理的な設計法の確立が望まれている。一般に、トンネル形状は、円形あるいは疑似円形であることから、作用する断面力は曲げモーメントは小さく軸力が卓越する。このため、現行の許容応力度設計法により設計を行うと、必要鉄筋比は、0.2～0.3%程度となる。これは、一般RC構造物の鉄筋比が0.5～1.5%程度であるので、鉄筋量が少ない構造物となる。したがって、一般の構造物に比較して、ひびわれ幅や変形量の増大、および耐久性などの問題が生じてくると思われる。本研究は、作用荷重下におけるトンネル覆工の性状を知るために、鉄筋量が少ないRC部材の実験を行った。

2. 実験概要

試験体は、幅30cm、高さ27cm、長さ210cmの長方形断面の梁とし、6体作製した。図-1に形状・寸法、配筋、載荷方法および実験条件を示す。軸力は、センターホールジャッキ4台を用い、 $\phi 17\text{mm}$ のPC鋼棒によって導入し、曲げ荷重用鉛直ジャッキ2台により載荷した。軸力は、デジタル荷重計を用い一定となるようにコントロールした。

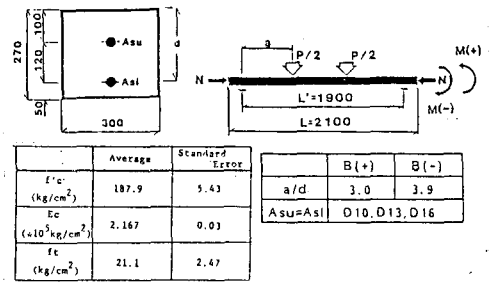


図-1 試験体寸法および実験条件

表-1 実験結果一覧表

TEST BEAM	CRACK LOAD (ton)	YIELD LOAD (ton)	MAX. LOAD (ton)
B(+)-0.3-3.0(D10)	5.3	9.0	11.6
B(+)-0.6-3.0(D13)	5.7	12.2	14.8
B(+)-0.9-3.0(D16)	5.2	12.9	18.7
B(-)-0.4-3.9(D10)	5.9	7.2	8.6
B(-)-0.7-3.9(D13)	4.4	7.4	11.2
B(-)-1.2-3.9(D16)	4.5	11.5	16.0

3. 実験結果および考察

本実験で得られたひびわれ発生荷重、引張鉄筋の降伏荷重、および最大荷重の結果を表-1に示す。また、図-2に破壊時のひびわれ様相の一例を示す。曲げモーメントの正負[B(+), B(-)]にかかわらず、典型的な曲げ引張型の破壊性状を呈したが、ひびわれ間隔や本数に違いがあった。B(-)の場合、ひびわれ発生本数が少ないのは、かぶりが極端に大きくコンクリートの引張側にひびわれが生じて、鉄筋が引張力に対してほとんど抵抗しないと考えられる。

また、図-3に示すように、ひびわれ発生までは、B(+), B(-)とも鉄筋量に関係なくほぼ同じである。し

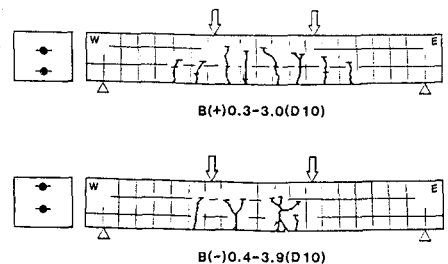


図-2 破壊後のひびわれ様相図

かし、ひびわれ発生後には引張側鉄筋位置が異なるため、大きな違いがみられる。これは、ひびわれ発生荷重が引張側コンクリートの性状によって決まるためである。これら終局耐力を計算する方法^{1), 2)}には、①終局時の力の合成より求める方法（塑性中心を考える）、②ひずみの適合条件より求める方法、の2つがある。これらより、実験値と計算値の比較を表-2に示した。計算①の場合、（実験値／計算値）は、B(+)の場合で1.0~1.2である。B(-)では、過小に計算されている。これは、終局時における断面のひずみ分布と、塑性中心位置が異なっていたためと考えられる。したがって、引張鉄筋のモーメント分担を過小に評価し、計算値が相対的に小さく計算されたものと思われる。

計算②の場合、（実験値／計算値）は、1.1~1.7であり、鉄筋量が少ないB(-)ほど、整合性が良くない結果となった。この場合、ひずみの適合条件を用いているので、実験値のひずみ分布は、ほぼ一致している。しかし、終局耐力は、計算値の約1.5倍である。これは、鉄筋のひずみ硬化とひびわれ発生によって変化する内部のつり合い機構が表現できなかったため、と考えられる。

この載荷方法の場合、試験体端部で、一定の軸力を加えている。このため、ひびわれ発生後の軸力の流れは、圧縮側コンクリートに分配され、単純支持にもかかわらず、アーチ的なつり合い機構が形成されたものと思われる。

したがって、作用荷重をモデル化した実験を行うには、載荷方法や試験体の形状についても検討する必要がある。

参考文献

1) Park and Pauly : Reinforced Concrete Structures, John-Willy & Sons.
 2) 岡村 甫 : コンクリート構造の限界状態設計法 , 共立出版株式会社 第2版 , 昭 60・5

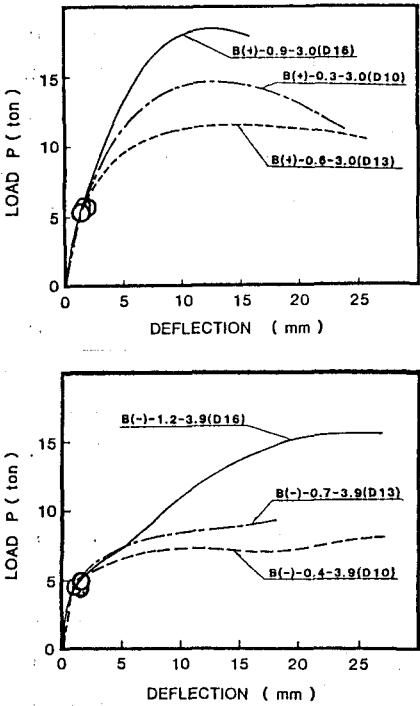


図-3 荷重-たわみ関係

表-2 実験値と計算値の比較

	最大荷重 実験値 (ton)	計算 1				計算 2			
		塑性中心位置 (cm)	計算値	実験値 (cm)	実験値 /計算値	計算値	実験値	実験値 /計算値	
B(+)-0.3-3.0 (D10)	11.6	8.2	12.0	1.0	7.7	1.5			
B(+)-0.6-3.0 (D13)	14.8	9.0	14.0	1.1	11.7	1.3			
B(+)-0.9-3.0 (D16)	18.7	9.3	16.0	1.2	16.8	1.1			
B(-)-0.4-3.9 (D10)	8.6	3.2	2.9	3.0	5.0	1.7			
B(-)-0.7-3.9 (D13)	11.2	3.6	2.6	4.3	7.3	1.5			
B(-)-1.2-3.9 (D16)	16.0	1.5	0.6	26.7	10.4	1.5			