

V-188 突起付鋼板を利用した合成セグメント構造

NKK 応用技術研究所 正員 伊藤 壮一
NKK 鋼構造建設部 正員 田中 征登
NKK 鋼構造建設部 正員 鈴木 智郎

1. まえがき

シールド用セグメントとしては、従来、鉄筋コンクリート（RC）セグメントとスチールセグメントが主として使われてきている。当社では、その両者の性能上の長所を生かし、特に大断面力の働く中・大口徑トンネル用セグメントとして適した密閉式合成セグメントを開発した¹⁾。密閉式合成セグメントは、図1に示すように六面を鋼板で作った鋼殻にコンクリートを打ち込んだもので、鋼殻はコンクリート打設時の型枠の役割とRCセグメントでの鉄筋の役割を果たす。鋼殻とコンクリートを合成一体化するために、スキンプレートにはスタッドジベルを溶植している。

このセグメント構造は、高強度、高靱性という優れた強度上の特徴を有するが、我々は、その特性を更に向上させるものとして、スキンプレートへの突起付鋼板の利用を試み、その強度特性を検討した。本報告はそのうちで本体構造の曲げ実験結果について述べるものである。

2. 実験ケース及び載荷方法

図2に実験供試体の形状を示す。スタッドは、千鳥タイプの配置である。実験は、この基本形状に対し、スタッドピッチ、スキンプレートの組合せを変えた5ケースに対して行った（表1）。

使用した材料の特性は以下のとおりである。

コンクリート	: 圧縮強度	530～560	kg/cm ²	
	: 割線弾性係数	3.6×10^5	kg/cm ²	ポアソン比 0.19
平鋼板（SM50、板厚 4.5mm）	: 降伏点	47.2	kg/mm ²	
平鋼板（SM50、板厚 6 mm）	: 降伏点	45.7	kg/mm ²	
突起付鋼板（SS41、板厚4.5 mm）	: 降伏点	32.1	kg/mm ²	

なお突起形状は、図3に示すようにチェッカード プレートタイプである。

載荷方法は、セグメントが上に凸になる形で両端を単純支持し（スパン3120mm）、中央に2点集中荷重（間隔600mm）を加える方法とした。たわみは中央点変位他を測定した。また、スキンプレート、主桁には、裏表に歪ゲージを貼り応力計測を行った。

3. 実験結果

図4に中央点変位の計測結果を示す。図に示した終局耐力は、コンクリートの終局歪を 0.35%として応力ブロックを使って求めたものである。実験値は計算値を上回っており、特に突起付鋼板を使っ

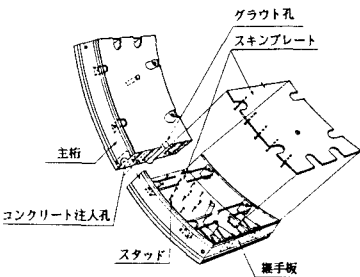


図1 密閉式合成セグメント

表1 実験ケース

CASE	スタッドピッチ (mm)	スキンプレート
1	210	平鋼板
2	100	平鋼板
3	210	突起付鋼板
4	160	突起付鋼板
5	210	平鋼板 *

*突起付鋼板の突起を表にして使用

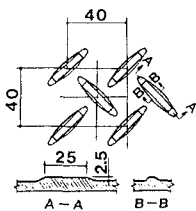


図3 突起形状

たケースでその比が大きい。 いずれのケースも靱性は高く、終局耐力時と降伏時曲率の比で定義される靱性率を求めてみると、RC構造の一般的な値よりも大きく5～11の間になり、ケース毎には4) 3) 2) 5) 1)の順であった。

図5は降伏点レベルまでを拡大して各ケースの強度特性を明らかにしたものである。 これによると、突起付鋼板を使うことにより明らかに次の2つの大きな利点があることが分かる。

- 1) 曲げ引張りひびわれ発生によるたわみの増加がスタッドタイプに較べて小さく、しかもその荷重レベルが上がる。つまり、高い曲げ剛性が許容応力レベル以上まで維持される。
- 2) 突起によるずれ止め効果が大きく、スタッドピッチを密にしたのと同じ効果を発揮する。 これは、スタッドの設計に於いて、剪断応力よりむしろスタッドの引き抜きや鋼板のバックリング防止に対して設計できる可能性を示しており経済性を向上させる。

スタッドの場合、その1本あたりにかかる剪断力がスタッドの降伏耐力を越えると、ずれが増加するのに比べ、突起付鋼板を併用する場合、個々の突起でも剪断力に抵抗し合成効果が高まるからである。

コンクリートとスキンプレーートの合成度を見るために主桁鋼板が分担する剪断力の比率を主桁の剪断応力分布（載荷点より345mmの断面）から求めた結果を表2に示す。 分担比率をGA（G：剪断弾性係数、A：断面積）に比例すると仮定して計算で求められる値は6.9%である。 載荷重が25tonでコンクリートの全断面が有効な初期剛性の段階では、いずれのケースもこの計算値に近い値を示すが、荷重が上がっていくと、ケース毎に分担比率が異なってくる。 その変化特性は、図5に示した強度特性を裏付けるものである。 荷重が上がった時に主桁が剪断力を多く負担する作用は、一方で、前述したように密閉式合成セグメントが高強度、高靱性を示す理由であるとも言える。

4. あとがき

今回の実験によって、突起付鋼板の利用が密閉式合成セグメントの強度特性を向上させるのに大いに役立つことが分かった。 今後は設計法を明らかにするなどの検討を行っていく実用化を図っていく予定である。

<参考文献>

- 1) 田中他：大口径トンネル用合成セグメント、日本鋼管技報、No.122, 1988

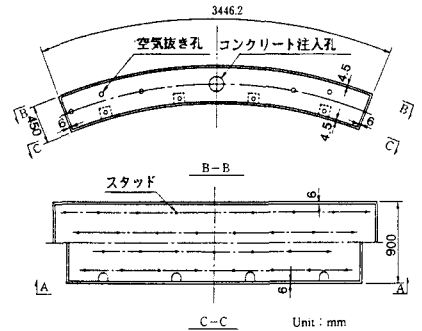


図2 供試体形状

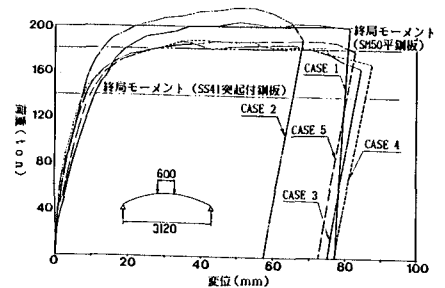


図4 荷重・変位計測結果

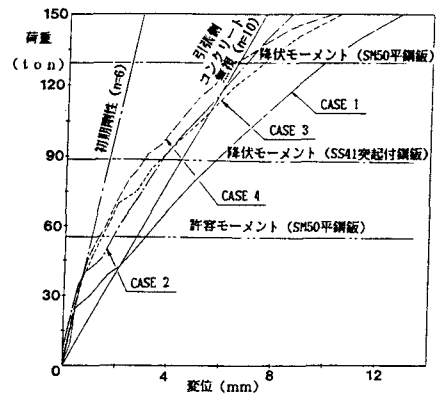


図5 荷重・変位計測結果（初期）

表2 主桁鋼板剪断力分担比率（%）

荷重(Ton)			
CASE	25	50	100
1	7	53	60
2	8	34	47
3	7	8	40
4	7	9	19
5	9	54	64