

Ⅲ－B 56

トンネル支保を想定したコンクリート載荷実験

鉄建建設技術研究所 正会員 柳 博文
 日本道路公団試験研究所 正会員 三谷浩二
 日本道路公団試験研究所 正会員 海瀬 忍
 鉄建建設技術研究所 正会員 松岡 茂

1. はじめに

トンネル一次支保では、ロックボルト・吹き付けコンクリートおよび鋼製支保工が主に用いられている。鋼製支保工間は、ロックボルトと吹き付けコンクリートで支保されており、ロックボルトと吹き付けコンクリートとが一体となって機能を発揮する必要がある。例えば、膨圧地山ではロックボルトの軸力が大きくなり、ロックボルトプレートから吹き付けコンクリートにロックボルトの反力が作用し、その結果吹き付けコンクリートにひび割れ等の損傷が発生することが予想される。そこで今回、ロックボルトプレートからコンクリートに反力が作用した場合を想定した実験を行い、引張補強材の有無による破壊形状および荷重－変位関係等の強度特性の違いを把握することにした。

2. 実験方法

鋼製支保工は一般的なトンネルでは 1m 間隔前後で立て込まれおり、また 2 車線断面トンネルで上半部分に打設されるロックボルト間隔は 1.4m、トンネル支保としての吹き付けコンクリート厚は 0.1～0.15m 前後であることから、供試体寸法は 1.0m

表－1 供試体一覧

No	引張補強材	目 的
Case1	無し	比較対照用のプレーンコンクリート
Case2	鋼繊維	鋼繊維を 1% 混入したもの
Case3	メッシュ筋	剥離防止で使用されているメッシュ筋の効果確認

×1.4m×0.1m とした。表－1 に供試体の一覧を示す。Case3 の供試体は、トンネル施工において吹き付けコンクリートの剥離防止として使用されているメッシュ筋の効果を確認する目的で作成した。使用したメッシュ筋は、溶接金網で丸鉄線の線径 6mm、間隔 150mm×150mm である。

実トンネルで施工される吹き付けコンクリートの材令 3 日における圧縮強度は約 30N/mm² であることから、載荷試験時のコンクリート強度がほぼ 30N/mm² となるようにコンクリートの配合を決定した。表－2 にコンクリート配合を示す。鋼繊維補強コンクリートはプレーンコンクリートとの比較対照が目的であるので、強度特性を出来るだけプレーンコンクリートと同一とするために、プレーンコンクリート配合に外割で鋼繊維を 1% 混入した。使用した鋼繊維は、長さ 30mm（アスペクト比 50）、直径 0.6mm のフックドファイバーである。圧縮強度試験結果を表－3 に示す。

表－2 配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
		水	セメント	陸砂	砕砂	砕石	減水剤
56	47.4	178	318	619	212	941	1.27

表－3 圧縮強度試験結果

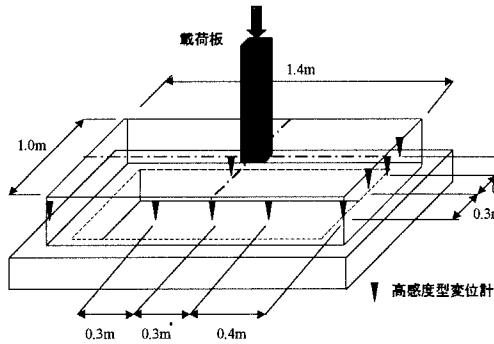
試験ケース	圧縮強度(N/mm ²)
Case1	28.35
Case2	27.70
Case3	27.89

載荷方法は、図－1 に示すように供試体四辺を単純支承にし、供試体中央を変位制御により載荷していった。載荷面積はロックボルトプレートの大きさから、載荷面積は 10cm 角とした。

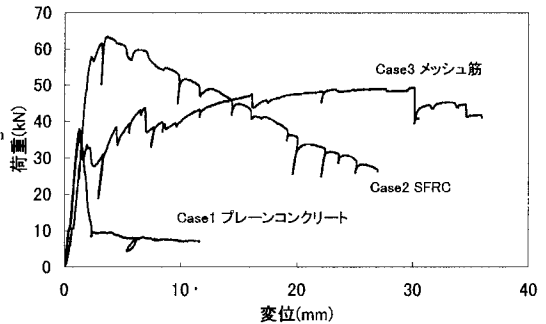
キーワード：トンネル支保、吹き付けコンクリート、鋼繊維、メッシュ筋、ロックボルト、

〒286-0825 成田市新泉 9-1 TEL: 0476-36-2355 FAX: 0476-36-2380

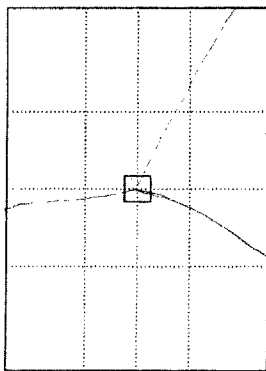
〒194-8508 町田市忠生 1-4-1 TEL: 042-791-1621 FAX: 042-792-8650



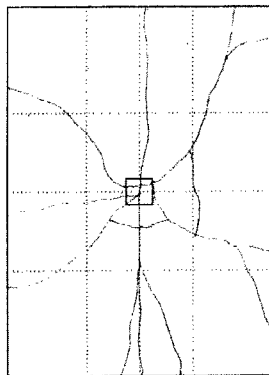
図－1 実験概要



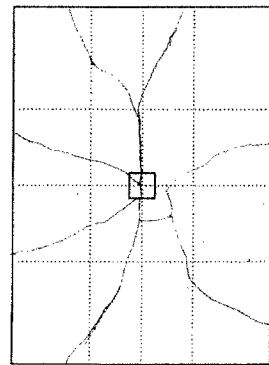
図－2 荷重と変位の関係



(a)プレーンコンクリート



(b)メッシュ筋コンクリート



(c)鋼繊維補強コンクリート

図－3 最終ひび割れ状況

載荷部分の変位および載荷荷重の他に高感度変位計を配置し供試体の変形モードを計測した。

3. 実験結果および考察

図－2に載荷部分の変位と載荷荷重の関係を、図－3に最終のひび割れ状況図を示す。プレーンコンクリートは最大荷重約 36kN に達した後、急激に荷重は低下した。ひび割れは貫通し、3つのブロックに割れた。メッシュ筋コンクリートも最初の荷重の低下がプレーンコンクリートとほぼ同じ約 37kN であった。しかし、メッシュ筋による引張応力の伝達により約 49kN まで緩やかに増加するが、その後荷重は横ばい状態となった。ひび割れは図－3(b)に示すように分散して入っており、コンクリートの剥離防止には有効であると考えられる。鋼繊維補強コンクリートは、最大荷重がプレーン、メッシュ筋コンクリートに比べて上昇し、約 63kN であった。その後、ひび割れ面の鋼繊維による引張応力の伝達により緩やかに荷重は減少した。ひび割れも分散して入っており、メッシュ筋同様コンクリートの剥離防止にも有効で、またコンクリート耐力もプレーン、メッシュ筋コンクリートに比べて大きな耐力を有していると考えられる。

4. おわりに

膨圧地山ではロックボルトの軸力が大きく、プレートから吹き付けコンクリートに大きな反力が伝達される。今回の実験に限って言えば、プレーンコンクリートはひび割れが貫通し耐力も急激に失われたのに対し、引張補強材を入れたメッシュ筋、鋼繊維補強コンクリートではひび割れが分散し、耐力も緩やかに減少した。このことから、引張補強材はコンクリートの剥離防止に効果があることがわかった。特に、鋼繊維補強コンクリートは耐力もメッシュ筋コンクリートに比べて大きいことから、膨圧地山に適していると考えられる。