

Ⅲ-B94 繊維補強吹付けコンクリートの耐力算定と仕様に関する研究

日本道路公団 試験研究所 正会員
正会員
正会員

三谷 浩二
吉塚 守
海瀬 忍

1. まえがき

日本道路公団が建設を予定している高速道路のうちトンネルの全延長は約 334km, 内訳は通常の 2 車線トンネルが約 206km, 第二東名・名神高速道路の大断面トンネルが約 128km¹⁾である。これらのトンネル建設に要する費用は膨大な額になると予想され、今後の高速道路建設費の大きな割合を占めることになる。現在、高速道路の採算性の確保が JH 内部はもとより社会的にも重要課題となっており、トンネル建設費のコスト削減も強く求められている。特に、今後建設が本格化する第二東名・名神高速道路のトンネルは、今までに施工実績の無い扁平かつ大断面の掘削断面を有することから、コスト削減の観点に立って新しい工法や材料を積極的に取り入れる発想の転換が求められている。ここでは、新しい材料として研究している繊維補強吹付けコンクリートの耐力算定と仕様の考え方について報告する。

2. 繊維補強吹付けコンクリートの耐力算定方法

繊維補強吹付けコンクリートの支保部材としての耐力を算定するためには、ひび割れが発生した断面での応力-ひずみ関係を考慮することができる終局限界状態設計法の考え方を導入することが不可欠である。そこで、コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係が図 2-1 に示す土木学会の「コンクリート標準示方書（設計編）」の 2 次曲線タイプに従い、繊維補強によるひび割れ面での応力伝達は、曲げタフネス試験 (JSCE-G 552-1983) より得られる荷重-変位曲線から逆算した引張軟化曲線を使って耐力を算定した。この場合、応力-ひずみ分布は図 2-2 に示すようになりこれから軸力と曲げモーメントが算出できる。なお、引張軟化とは、ひび割れ面の引張応力がひび割れ開口幅が大きくなるに従って小さくなる特性^{2),3)}のことをいう。

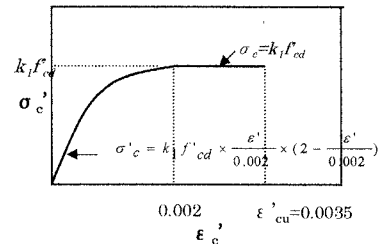


図 2-1 コンクリートの圧縮-ひずみ関係

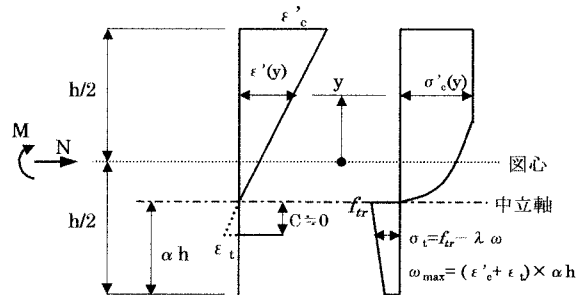


図 2-2 ひずみと応力の分布

3. 岩塊落下試験による検証

以上の耐力算定方法の妥当性を検証するために、図 3-1 のような大型供試体を使った岩塊落下試験を実施した。供試体は、3 日材令の打込みコンクリート（吹付けコンクリートの 1 日材令相当）から作成し、花崗岩とコンクリートの付着強度は約 0.6Mpa であることを確認した。試験の結果、繊維を体積比で 0.75% 混入した供試体の場合、付着が切れて曲げモーメントが大きくなると同時に塑性ヒンジを形成し、それ以降も約 8tonf/m の荷重を保持できることがわかった。この荷重を支える塑性ヒンジの曲げ抵抗モーメントは約 0.6tonf m/m となり、図 3-2 の曲げタフネス試験結果より逆算した引張軟化曲線に基づいて算出した値

キーワード：繊維補強吹付けコンクリート 引張軟化曲線 曲げタフネス試験 第二東名・名神高速道路
連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 Tel 0427-91-1621 Fax 0427-91-3717

0.57tonf m/m と一致した。また、繊維補強吹付けコンクリートが形成する塑性ヒンジにより、ロックボルト間から抜け落ちる程度の岩塊ならばこれを保持することができ、かつせん断強度には余裕があるということも確認できた。

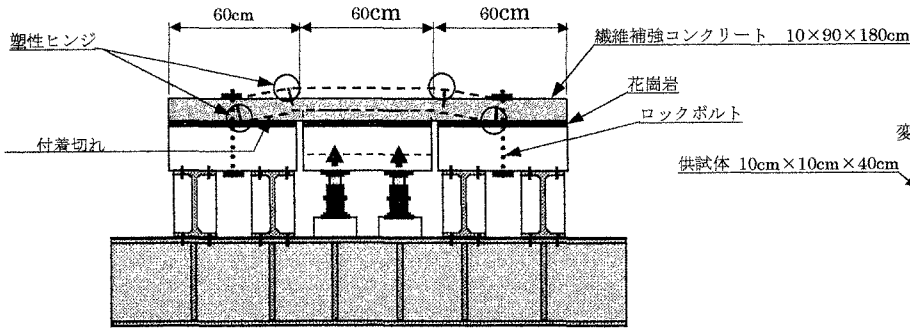


図 3-1 大型載荷試験

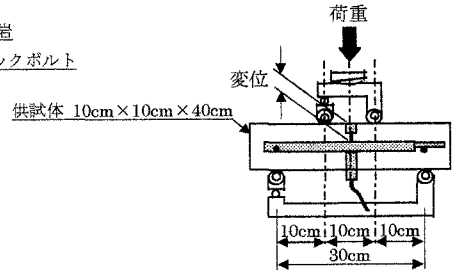


図 3-2 曲げタフネス試験

4. 繊維補強吹付けコンクリートの仕様

トンネルの支保材料として繊維に要求されるのはコンクリートのひび割れを縫いつけて引張応力を伝達するタフネス特性であるが、繊維の種類によって大きな違いがあるので繊維補強吹付けコンクリートのタフネスに関する仕様を定める必要がある。そこで、国内外の 11 種類の繊維を使った曲げタフネス比較試験の荷重-変位曲線をもとに図 4-1 に示すような仕様(案)を設定した。この仕様より優れている繊維は繊維混入量を減らせる可能性があり、この仕様より劣る繊維は少なくとも混入量を増やす必要がある。また、この仕様のもとに、引張軟化曲線を求めこれより設計耐力が算定できることになる。

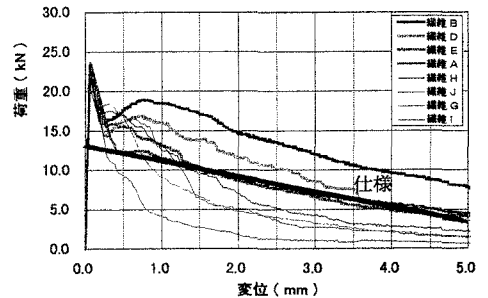


図 4-1 曲げタフネス試験による仕様(案)

5. まとめと今後の課題

繊維補強吹付けコンクリートの支保効果を定量的に把握するために、ひび割れ面での引張応力を曲げタフネス試験の荷重-変位関係から逆算した引張軟化曲線を用いて耐力算定を行った。次に、耐力算定方法の妥当性を検証するために大型供試体を用いた岩塊落下試験を実施し、発生した塑性ヒンジの曲げ抵抗モーメントが耐力算定の値と一致することを確認した。この試験より、繊維混入率が体積比 0.75% で厚さ 10cm の繊維補強吹付けコンクリートは、軸力を受けなくともロックボルト間の岩塊が落下する程度の荷重ならば保持できることもわかった。繊維補強吹付けコンクリートの耐力算定に使う引張軟化に関する仕様は、11 種類の繊維の曲げタフネス比較試験により暫定的に提案した。今後は、実際のトンネル支保構造の耐力算定を行うとともに、実際に作用する荷重を計測して比較、検討する予定である。

- 【参考文献】 1) 大津 敏郎, 三谷 浩二, 武内 淳: 第二東名・名神高速道路トンネル本体工に関する設計検討, ハイウェイ技術, No.9, pp.212~pp.217, 1997 年 12 月
- 2) Nanakorn, P., Horii, H. and Matsuoka, S.: A Fracture Mechanics-Based Design Method for SFRC Tunnel Linings, *J. Materials, Conc. Struct. Pavements*, No.532/V-30, pp.221-233. 1996.
- 3) 松岡 茂, 松尾 庄二, 益田 彰久, 柳 博文: 繊維補強コンクリートの特性を考慮したトンネル覆工の設計, 土木学会論文集, No.554/III-37, pp.147-155, 1996.12.