

V-229

鋼板接着により補強された鉄筋コンクリート曲げ部材の荷重-変形解析

ショーボンド建設(株)技術研究所 正 員 佐野 正

1. はじめに

樹脂を用いて既設の鉄筋コンクリート構造物の表面に鋼板を接着し補強しようとする鋼板接着工法は、床版、桁、橋脚等の補強工法としてこれまでに多くの施工実績がある。しかしながら、補強効果等の検討は主に実験に基づいており、解析的な研究はほとんど行われていない。

本研究では、この種の補強部材を構成する材料、すなわち、コンクリート、鉄筋および鋼板の各々の応力-ひずみ関係のみから、数値計算により鋼板接着補強部材の荷重-変位関係を推定するとともに、梁供試体による曲げ載荷実験の結果とも比較検討を行ってその有効性を確認した。

2. 解析方法の概要と梁供試体

鋼板接着補強部材の変位を推定する荷重レベルは、曲げひびわれ発生時、鋼板降伏時、主鉄筋降伏時およびコンクリートの圧壊時の4レベルとした。それぞれの荷重は、圧縮縁あるいは引張縁のひずみがある値に仮定した後、水平に分割した断面の各要素ごとのひずみを平面保持の仮定から求め、このひずみに対応する応力を応力-ひずみ関係から算定し、次いで、それを断面の圧縮域と引張域で合計して両者の力のつりあいを判定することにより決定した。また、各荷重レベルに対応する変位は、部材軸方向に分割した梁の要素に対し、断面の圧縮縁あるいは引張縁のひずみと中立軸位置より定まる曲率を適用して、逐次計算を行うことにより求めた。なお、この際、単純梁のスパン中央ではたわみ角が0、支点ではたわみが0であるとの条件を用いた。解析に使用したコンクリート、鉄筋および鋼板の応力-ひずみ関係は以下の通りである。

1) コンクリートの圧縮応力 σ_c と圧縮ひずみ ϵ_c との関係¹⁾

$$\sigma_c = 6.75 \times f_{c'} \times \left(e^{-\frac{0.812}{0.002} \epsilon_c} - e^{-\frac{1.218}{0.002} \epsilon_c} \right)$$

$f_{c'}$: コンクリートの圧縮強度

2) コンクリートの引張応力 σ_t と引張ひずみ ϵ_t との関係²⁾

$$\sigma_t = 3.72 \times 10^5 \cdot \epsilon_t - 8.665 \times 10^8 \cdot \epsilon_t^2$$

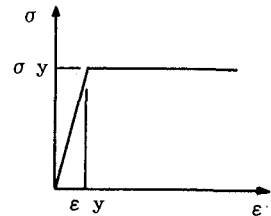
3) 鉄筋および鋼板の応力 σ とひずみ ϵ との関係

図-1 鋼材の応力-ひずみ関係

鉄筋および鋼板の応力とひずみとの関係は、図-1のような完全

弾塑性モデルとした。ただし、降伏ひずみ ϵ_y は降伏点と弾性係数の実測値により決定した。

解析および実験に用いた梁供試体の形状寸法と載荷形式を図-2に示す。供試体は無補強供試体(鋼板を接着していない供試体)と補強供試体(鋼板を接着した供試体)の2種類とした。補強には厚さ2.3mm、幅5cmの鋼板を用いた。接着剤にはエポキシ樹脂を使用し、樹脂厚は2mmとした。

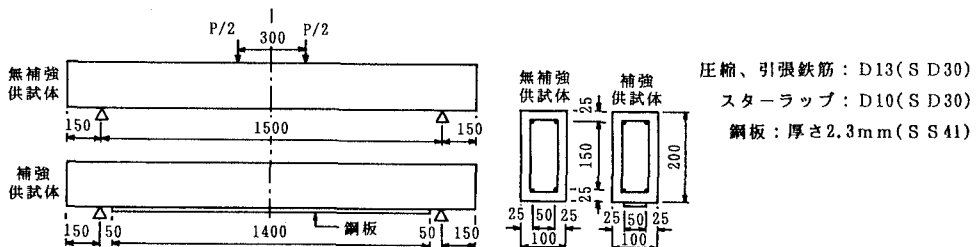


図-2 梁供試体の形状寸法(単位mm)

3. 結果および考察

ひびわれ荷重およびコンクリートの圧壊荷重の実測値と計算値とを表-1に示す。これより今回の計算例では、補強の有無にかかわらずひびわれ荷重およびコンクリートの圧壊荷重を10%以内の誤差で推定できた。ここで、ひびわれ荷重を計算する際に用いるコンクリートの引張限界ひずみを無補強供試体で 135μ 、補強供試体でその約1.5倍にあたる 202μ と異なった値に仮定したのは、鋼板による拘束効果を考慮したためである。なお、コンクリートの圧縮限界ひずみは無補強および補強供試体とも 3500μ と仮定した。

荷重とスパン中央での変位との関係を図-3および4に示す。計算により推定された荷重-変位関係はコンクリートが圧壊するまでの全荷重段階において、実測による荷重-変位関係と良い相関を示し、補強供試体でみられるひびわれ荷重、部材の降伏荷重および圧壊荷重の増加といった鋼板接着による補強効果や荷重の増加に伴う部材の曲げ剛性(曲線の傾き)の変化が明確にとらえられた。

4. まとめ

鋼板接着補強部材を構成するコンクリート、鉄筋および鋼板の応力-ひずみ関係のみから、補強部材の荷重-変位関係を推定する方法を検討した結果、その実用性が確認された。ただし、今回の検討では梁供試体2体(このうち補強供試体は1体)による比較にとどまっており、計算例で仮定したコンクリートの引張および圧縮の限界ひずみの値については今後検討する必要があるものと考える。

参考文献

- 1) 梅村 魁：「鉄筋コンクリート梁の塑性変形及び終局強度」
日本建築学会論文報告集，第42号，昭和26年2月
- 2) 佐藤直昭：「推進用鉄筋コンクリート管の推進時および供用時の挙動に関する研究」
学位論文，東京都立大学，昭和63年3月

表-1 実測値と計算値との比較

ひびわれ荷重(ton)				コンクリート圧壊荷重(ton)			
無補強供試体		補強供試体		無補強供試体		補強供試体	
実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値
1.0	1.1 ¹⁾	1.8	1.7 ²⁾	5.5	5.1 ³⁾	6.9	6.8 ³⁾
実測値 計算値=0.91		実測値=1.06 計算値=1.06		実測値=1.08 計算値=1.08		実測値=1.01 計算値=1.01	

- 1' コンクリートの引張限界ひずみを 135μ と仮定。
 - 2' コンクリートの引張限界ひずみを 202μ と仮定。
 - 3' コンクリートの圧縮限界ひずみを 3500μ と仮定。
- コンクリートの圧縮強度(kg/cm²)：370
コンクリートの引張強度(kg/cm²)：34.4
鉄筋の降伏点(kg/cm²)：3880
鉄筋の弾性係数(kg/cm²)： 1.78×10^4
鋼板の降伏点(kg/cm²)：2670
鋼板の弾性係数(kg/cm²)： 1.86×10^4

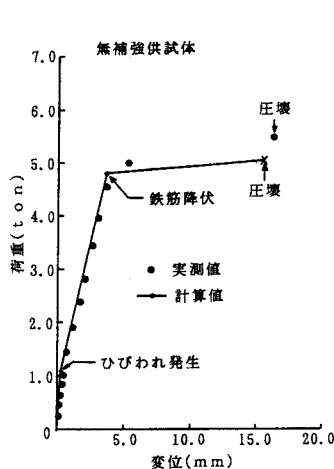


図-3 荷重-変位関係(1)

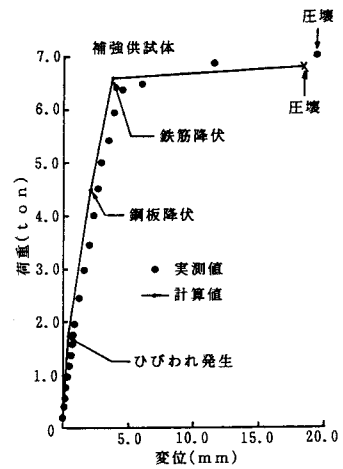


図-4 荷重-変位関係(2)