

RCT 桁の下面増厚補強に関する設計方法について

首都高速道路公団	正会員	津野 和宏
首都高速道路公団	正会員	臼井 恒夫
株式会社ロードリフレ	正会員	山田 実
リテックエンジニアリング株式会社	正会員	徳山 清治
パシフィックコンサルタンツ株式会社	正会員	前田 孝
パシフィックコンサルタンツ株式会社	正会員	○井上 治郎

1. 目的

RCT 桁の曲げ補強対策として D32 を補強鉄筋とした下面増厚補強を行った場合に、既設桁と補強部の接合面に剥離が生じることが実験的に確認された。一方、下面増厚工の剥離を防止するために下面増厚工端部に炭素繊維シート（以後、CFS と呼ぶ）を接着した場合、終局耐力を増加させることが認められた。本研究では RCT 桁の曲げ補強対策として D32 を補強鉄筋とした下面増厚補強を行った場合の補強部材と既設部材の一体性について確認を行うとともに、一体性を確保するために必要な方策について研究したものである。

2. 実験概要

供試体は、下面増厚における補強断面を実寸大でモデル化した、曲げ破壊型の 3 体の供試体を用いた。供試体 No.1 は現況断面の応力状態を再現できるようにモデル化した基準供試体であり、無補強供試体である。供試体 No.2 は補強設計の設計断面をモデル化した試験体であり、下面増厚補強のみを施した供試体である。また、供試体 No.3 は下面増厚補強に加えて端部に CFS を接着し、下面増厚工の剥離を防止する供試体である。表-1 に供試体諸元を示す。

表-1 供試体諸元一覧

供試体	No.1	No.2	No.3
せん断スパン	2450mm		
純曲げ区間	1000mm		
桁幅	300mm		
桁高	700mm	764mm	
鉄筋	SD345		
コンクリート強度	30.1N/mm ²	31.7N/mm ²	33.2N/mm ²
圧縮鉄筋	2-D22,1D-19		
引張鉄筋	3-D32		
せん断補強筋	2-D16 ctc.150		
補強鉄筋	---	3-D32	

3. 実験結果

供試体 No.2 の最大荷重は 468kN で、増厚部はコンクリート供試体部から完全に剥離し、コンクリート上縁が圧壊して破壊した。供試体 No.3 の最大荷重は 728kN で、コンクリート上縁が圧壊して破壊した。また、下面増厚部の剥離荷重は供試体 No.2 で 476kN、供試体 No.3 で 479kN であった。供試体 No.2 および下面増厚と端部を CFS で補強した供試体 No.3 の既設断面と下面増厚部の界面における水平せん断応力分布図を図-2 に示す。水平せん断応力は、実験から得られた補強鉄筋と引張鉄筋のひずみの差を求め、そのひずみ

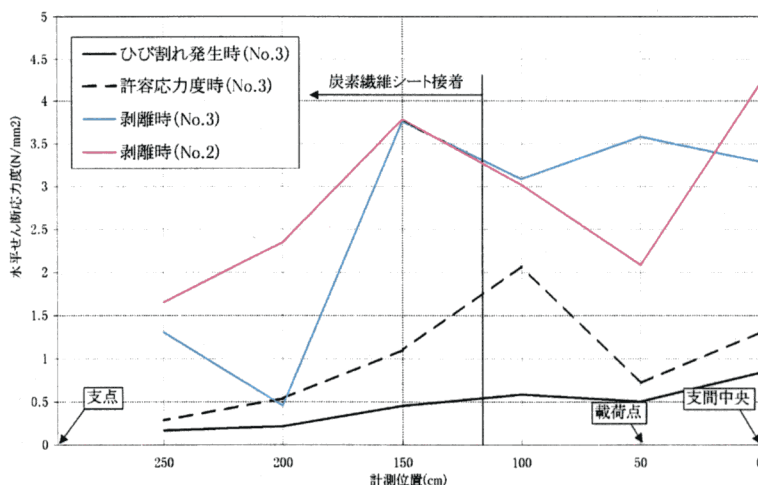


図-2 水平せん断応力分布図

キーワード RCT 桁、主桁補強、下面増厚補強、CFS、耐荷性状

連絡先 〒163-0730 東京都新宿区西新宿 2-7-1 新宿第一生命ビル パシフィックコンサルタンツ（株）TEL 03-3344-1931

量を応力に換算したものを既設桁と下面増厚の結合面の水平せん断応力としたものである。既設断面と下面増厚部の界面における水平せん断応力は、荷重の増加に伴って大きくなるが、剥離が生じると、均一な応力分布になるような傾向にある。また、下面増厚端部を CFS で補強した供試体 No.3 には、CFS 接着箇所の水平せん断応力が供試体 No.2 より小さくなっており、下面増厚部を CFS 補強することで、補強断面と既設断面の一体性を高めることが可能であることが確認された。

4. 下面増厚工と既設断面との一体性の検討

桁と下面増厚の結合面におけるコンクリートのせん断応力度は、式(1)により算出するものとする。

$$\tau_b = \frac{S \cdot Q}{b \cdot I} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 τ_b ：結合面におけるコンクリートのせん断応力度 (N/mm²)、 S ：桁断面に作用する設計せん断力 (N)、 Q ：合成断面の図心軸に関する下面増厚の断面 1 次モーメント (mm³)、 b ：桁と下面増厚の橋軸直角方向の幅(mm)、 I ：合成断面の図心軸に関する下面増厚の断面 2 次モーメント(mm⁴)である。

また、桁と下面増厚の結合面の終局付着応力度は、道路橋示方書を参考にし、式(2)により算出するものとする。

$$\tau_{ub} = \tau_{uc} + 12 \cdot p \sqrt{\sigma_{ck}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 τ_{uc} ：接着強さ（モルタルの付着強度）(N/mm²)、 p ：結合面の面積に対するずれ止め鋼材比、 σ_{ck} ：下面増厚のモルタルの圧縮強度 (N/mm²) である。

下面増厚部の剥離時における水平せん断応力を式(1)および式(2)から求めた結果を表-2 に示す。下面増厚工が剥離した時の水平せん断応力 τ_b は供試体 No.2 および供試体 No.3 で概ね、2.5N/mm²程度であった。式(2)より推定された桁と下面増厚の結合面の終局付着応力度も 2.6N/mm²程度である。また、載荷実験における鉄筋のひずみ分布から求めた水平せん断応力 $\tau_{b(ex)}$ は 2.6～2.8N/mm²であった。したがって、水平せん断応力の計算結果と載荷実験におけるひずみ分布から求めた水平せん断応力の関係はほぼ一致しており、概ね、式(2)に示すような算定式を用いることで、下面増厚部の水平せん断応力の照査が可能であると判断された。なお、下面増厚補強を行う場合には、式(2)よりもわかるとおり、既設部材と下面増厚工の一体性を確保するために、ずれ止め鋼材を配置することで、桁と下面増厚の結合面の付着応力を大きく出来ることが把握された。

表-2 下面増厚剥離時の水平せん断応力

	供試体 No.2	供試体 No.3
τ_{ub} (N/mm ²)	2.69	2.61
τ_b (N/mm ²)	2.45	2.47
$\tau_{b(ex)}$ (N/mm ²)	2.84	2.58
τ_{uc} (N/mm ²)	2.63	2.55
p (鋼材比)	0.001	0.001
σ_{ck} (N/mm ²)	32	32

5. まとめ

- (1) 水平せん断応力の計算結果と載荷実験におけるひずみ分布から求めた水平せん断応力の関係はほぼ一致しており、概ね道路橋示方書に示されるような算出式を準用することで、下面増厚部の水平せん断応力の照査が可能である。
- (2) CFS 補強供試体 (No.3) と下面増厚補強供試体 (No.2) の実験結果において、下面増厚部の剥離発生荷重（ずれ発生荷重）は同程度であった。しかしながら、CFS 補強供試体 (No.3) に見られるように CFS で端部補強することによって急激な下面増厚の剥離は抑制することが可能である。
- (3) 桁構造の下面増厚補強を行う場合には、下面増厚部界面における水平せん断力の照査が必要である。また、既設部材と下面増厚工の一体性を確保するためには機械式の定着時具を設置することが有効であると思われる。

参考文献

- ・ 津野ほか：下面増厚補強を行った RCT 桁の曲げ補強効果について、第 58 回土木学会年次講演会、V