

偏心軸引張力を作用させた両引き試験による劣化 RC 梁の付着評価

(国研) 土木研究所 正会員 ○水田 真紀

(国研) 土木研究所 正会員 野々村佳哲・嶋田 久俊・島多 昭典

1. はじめに

壁高欄に車両が衝突する場合、衝突力作用時の破壊機構は静的力作用時とさほど変わらず、衝突時間が長いソフトな衝突に分類される¹⁾。問題となるのは、損傷範囲やコンクリート片の飛散の有無であり、車両乗員の傷害や第三者への被害を最小限に止めることが求められる。一方、北海道には、凍害と凍結防止剤散布による塩害を受けて劣化した壁高欄が多く存在し、車両衝突時の性能を評価する方法が求められている。そこで本研究では、損傷範囲や変形、破壊形式にも影響する付着に着目し、劣化した壁高欄の付着を評価できる試験方法を検討した。

2. 壁高欄の劣化状況

凍害と塩害の複合劣化を受ける環境下で約 40 年間供用された壁高欄を研究対象とした。壁高欄の概要を図-1、外観上の劣化状況を図-2 に示す。車道側と車道反対側の両面が表面被覆で補修されており、目視と打音調査から車道側に浮き、さび汁、ひび割れを確認したが、車道反対側に変状は観察されなかった。

付着試験に使用しなかった箇所からコンクリートコア ($\phi 50 \times 100 \text{mm}$) を採取し、圧縮試験 (16 体) と引張試験 (12 体) を実施した結果、圧縮強度 $f'_c = 36.9 \text{N/mm}^2$ 、静弾性係数 $E_c = 27.8 \text{kN/mm}^2$ 、引張強度 $f_t = 3.00 \text{N/mm}^2$ であった。建設当時の材料データは残されていなかったが、設計基準強度 $f'_{cd} = 24 \text{N/mm}^2$ であることから、コンクリートの劣化程度は小さいと推察される。さらに、付着試験終了後、横方向鉄筋の質量減少率 (= 腐食前の質量に対する腐食後の減少量の割合(%)) も測定した。その

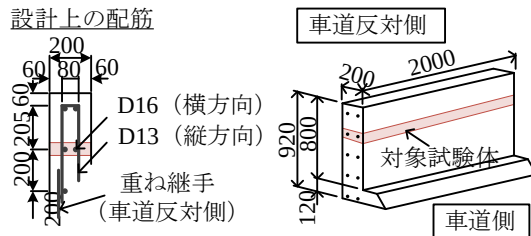


図-1 壁高欄の概要

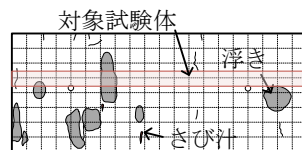


図-2 外観上の劣化状況(車道側)

結果、車両側、車両反対側ともに 2% 程度だった。

3. 付着試験方法の検討

できる限り付着長が長い状態で付着を把握したかったことから、横方向鉄筋を対象とした両引き付着試験を行うことにした。また、変状が車道側に集中していたことから、車道側の横方向鉄筋を試験対象にした。

まず、壁高欄から車道側の横方向鉄筋に沿った梁型試験体を切り出した。この際、鉄筋位置が図-1 と異なっていたため、実測値から図-3 に示すように断面幅を決定した。切断後、鉄筋の両端部を露出させ、一方には鋼板 ($t=9 \text{mm}$) を溶接した。他方は鋼管 (内径 25mm, 長さ 200mm) に挿入し、隙間に膨張材を添加したセメントペーストを流し込み、一体化させた。最終的に、試験体全長は 1500mm となった。

試験方法を図-4 に示す。引張側、固定端側の载荷治具はコンクリート床にアンカーで固定し、試験体は載

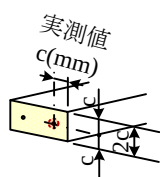


図-3 断面幅の決定

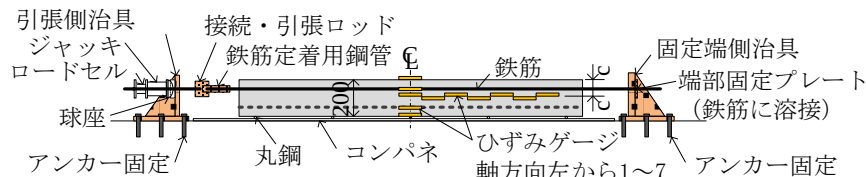


図-4 両引き付着試験方法

キーワード 付着, 壁高欄, 両引き付着試験, 付着応力分布

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3-1-34 (国研) 土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-841-1719

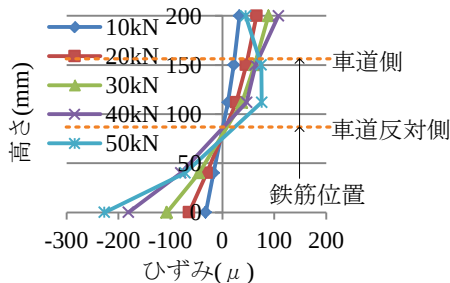
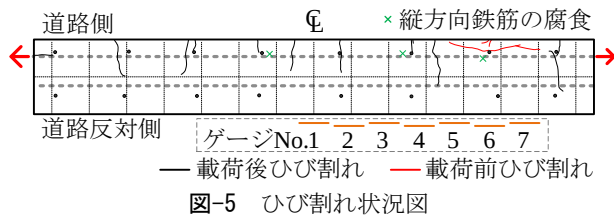


図-6 高さ方向のひずみ分布

荷方向の伸びを拘束しないよう丸鋼を並べた上に設置した。そして、鋼管にロッドをつなぎ、球座を介して手動ポンプで載荷した。この載荷条件では、試験体全長にわたり、同じ引張力と曲げモーメントが断面に作用する。

付着応力は、任意の断面間の鉄筋応力の差が鉄筋に沿うせん断応力、すなわち付着応力によって生じるものとして計算される。本試験では、鉄筋軸方向のコンクリートひずみから、鉄筋のひずみを推定し、鉄筋応力を算出することにした。具体的には、鉄筋中心から距離 c (図-4) 下側にひずみゲージを貼付し、その値は鉄筋ひずみに等しいと仮定した。そして、ひずみを安定して測定するために車道反対側の横方向鉄筋を残し、試験体断面を長方形とした。これは、ひび割れが全断面を貫通するのを防ぐためである。

さらに、偏心軸引張力を作用させる載荷条件から、試験体は上側に凸に変形すると予想され、試験体の曲率を把握するために高さ方向にもひずみゲージを貼付した。使用したひずみゲージ長は 90mm である。

4. 付着試験結果および考察

図-1, 図-2 に示す対象試験体の結果を図-5～図-8 に示す。鉄筋が降伏する直前まで載荷を続け、約 60kN で試験を終了した。図-5 より、ひび割れは断面を貫通せず、試験体高さの途中、車道反対側の鉄筋付近まで進展し、予想どおりであることを確認した。

試験体高さ方向のひずみ分布を図-6 に示す。これより、車道反対側の横方向鉄筋を境に、上側が引張域、下側が圧縮域となった。荷重が増加しても、ひずみが 0

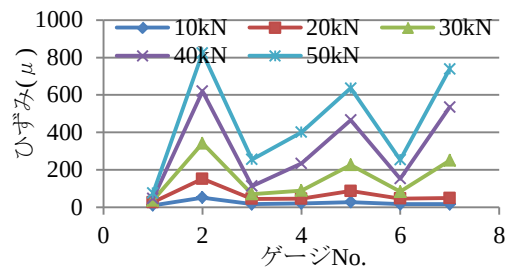


図-7 軸方向のひずみ分布

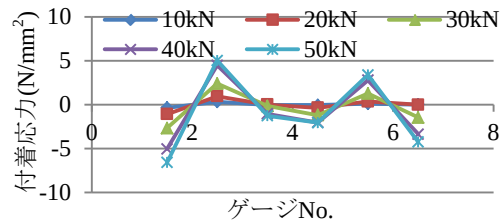


図-8 軸方向の付着応力分布

となる位置はほとんど変化しなかったことから、車道反対側の横方向鉄筋とコンクリートの付着が変形を拘束したと考えられる。

図-7 に各荷重作用時の軸方向のひずみ分布を示す。荷重の増加に伴うひずみの増加や、ひび割れが発生した部分のひずみの急激な増加が見られた。また、浮きが発生していた部分(ゲージ 6) のひずみの増加は小さく、付着力の低下を示唆していた。

図-7 の結果を受け、コンクリートひずみは付着の良否を反映していると判断し、鉄筋のひずみに置き換えて次式で付着応力 τ_b を算出した。

$$\tau_b = \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \cdot E_s \cdot A_s}{l_{con} \cdot u_s}$$

ここで、 $(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$ は隣り合うゲージのひずみ差、 E_s 、 A_s 、 u_s は鉄筋の弾性係数、断面積、周長、 l_{con} はゲージ間隔 (=90mm) である。その結果、図-8 に示す付着応力分布が得られた。これより、付着の良否を確認できることから、付着劣化が進行している範囲の推定に活用できると考えられる。

5. まとめ

本研究では、劣化した RC 梁の付着を評価する両引き試験方法を検討し、付着の良否を判断できることを確認した。今後さらにデータを蓄積し、壁高欄の健全性評価に繋げていきたい。

参考文献

- 1) 例えば、藤井学、宮本文穂：衝撃荷重下におけるコンクリート構造物の挙動、コンクリート工学、Vol.21, No.9, pp.25-36, 1983.