

グリッド補強した無筋コンクリート梁の曲げ耐力

Bend Strength of Plane Concrete Reinforced by a Grid

○森 充広*, 浅野 勇*, 渡嘉敷 勝*, 川上昭彦*, 川邊翔平

MORI Mitsuhiro, ASANO Isamu, TOKASHIKI Masaru, KAWAKAMI Akihiko, and KAWABE Shohei

1. 研究の目的

変状が発生した水路トンネルにおいて、構造的な耐力向上と通水性の確保の両立を目指した様々な補強対策が実施されている。しかし、補強工法がどの程度耐力向上に寄与しているのかについては、不明な点も多い。そこで、本研究では、水路トンネルの補強対策として用いられているグリッド補強工法の効果について、無筋コンクリート梁を補強した供試体の曲げ試験を行い、補強範囲および付着範囲が耐力向上に及ぼす効果を検証した。

2. 模型実験の概要

佐野ら¹⁾、大谷ら²⁾の実験参考に、幅 100mm、高さ 150mm、長さ 1,500mm の無筋コンクリート梁の下面を炭素繊維グリッド（以下 CFRP）で補強した供試体（Fig.1）の曲げ試験を行った。CFRP は、厚さ 15mm のポリマーセメントモルタル（以下、PCM）で被覆することにより無筋コンクリートに付着させた。試験水準は、補強なしの無筋コンクリート（Case 1）、Fig.1 の補強幅 L を L=300mm（Case 2）、600mm（Case 3）、1,200mm（Case 4）としたもの、そして Case 4 の供試体の等曲げ区間を無付着とした Case 5 の 5 水準（供試体数 N=1）とした。まず、W/C=52.5%の無筋コンクリートを打設し、打設 8 日後に CFRP グリッドと PCM を施工した。施工は、コンクリート面に PCM 用のプライマーを塗布し、CFRP を置いた後、その上から PCM を打設し、左官コテで仕上げた。この状態で 14 日間室温封緘養生後、曲げ試験に供した。曲げ試験時点の無筋コンクリート（材齢 22 日）および PCM（材齢 14 日）の強度を Table 1 に、用いた CFRP の仕様を Table 2 に示す。

3. 実験結果

3.1 破壊性状 各試験 Case で発生したひび割れ発生状況を Fig.2 に示す。補強範囲が短い Case 2, 3 は、補強区間外のひび割れによって破壊に至った。一方補強区間が 1,200mm の Case 4, 5 は、ひび割れが分散して発生したが、最終的には斜めせん断ひび割れが下方に進展し、PCM に達すると付着面に沿って剥離が支点方向に進展し、梁が破壊した。

3.2 荷重変位曲線 各 Case の荷重変位曲線を Fig.3 に示す。Case 1~3 は曲げ破壊した。Case 1~3 の最大荷重は、いずれもほぼ 5~6kN と、無筋コンクリートとほぼ同等の値を示した。ただし、Case 3 では 6.7kN と若干ではあるが最大荷重が増加した。このことから、梁の下面を部分的に補強しても、補強効果は小さいことが分かる。

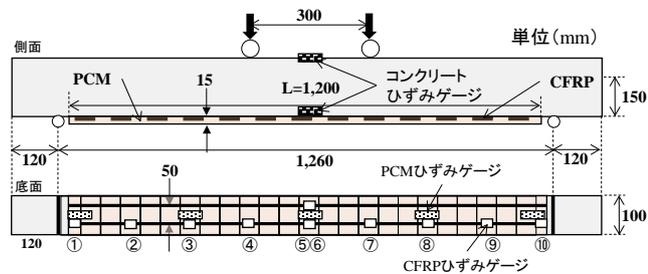


Fig.1 供試体の概要 (Case 4)
Test Specimen

Table 1 無筋コンクリートおよび被覆 PCM の強度
Parameters of place concrete and polymer cement mortar

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
無筋	37.4	2.77	3.20	23,700
PCM	17.0	1.73	2.85	11,600

Table 2 CFRP の仕様

Specifications of Carbon Fiber Reinforced Plastic

	筋断面積 (mm ²)	格子間隔 (mm)	単位重量 (g/m ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張弾性率 (N/mm ²)
CRRP	17.5	50×50	1,000	1,400 以上	100,000 以上

* (独) 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード: 水路トンネル, 炭素繊維グリッド, 補強, ポリマーセメントモルタル, 曲げ試験, 無筋コンクリート

一方、Case 4, 5 の最大荷重は、それぞれ 18.9kN および 16.6kN となり、変形量も大幅に増大した。また、破壊形態も Case 1~3 とは異なり、ひび割れが分散する傾向を示した。最初の曲げひび割れ発生荷重は、それぞれ Case 4 で 7.1kN, Case 5 で 7.6kN であった。いずれも、ひび割れ発生時にわずかに荷重低下するものの、その後、荷重は上昇した。Case 4 と 5 との差は、ひび割れの数とひび割れ直後の耐力低下の程度であった。すなわち、Case 4 ではひび割れ発生時にほとんど荷重が低下しないものの、Case 5 では、新しいひび割れが発生するたびに、1.5~2kN 荷重が低下した。

3.3 ひずみ挙動 Case 4, 5 の CFRP に発生したひずみを Fig.4, 5 に示す。両端の①⑩については、両 Case とほとんど変化がなかったため、図示していない。いずれの Case も、まず中央の⑤⑥のひずみが引張側となり、その後、中央から近い④⑦, ③⑧, ②⑨の順に引張ひずみが発生し始めた。Case 5 に比べて、Case 4 では CFRP に発生するひずみが全体的に大きく、また、梁中央からの距離に応じてひずみの大きさが次第に小さくなる傾向を示した。一方、Case 5 は、無付着区間の④~⑦がほぼ均等にひずみ、梁の変位が大きくなると、支点に近い③⑧, ②⑨の値が増加し始める点が異なった。破壊時の無筋コンクリートの圧縮ひずみは 2,000 μ に到達しておらず、かつ、CFRP の引張ひずみも終局ひずみ 20,000 μ に到達していなかった。

4. おわりに 本実験より、無筋コンクリートを対象としたグリッド補強に関しては、曲げひび割れが発生する範囲を確実に補強し、かつ定着部を補強することが重要であることがわかる。また、等曲げ区間が無付着であっても、支点に近い端部が十分に付着していれば、補強効果は健全供試体とほとんど差が見られないことが示された。このことから、グリッド補強の効果を十分発揮させるためには、付着強度の向上と、定着部分の設定が重要であると考えられる。

謝辞：本研究実施に際して、オリエンタル白石（株）および新日鉄住金マテリアルズ（株）より、資材の提供および実験方法に関する貴重なご意見を頂いた。記してお礼申し上げます。

参考文献：1) 佐野正ほか (2010)：CFRP グリッド併用モルタルライニングに及ぼすプライマーの影響，農業農村工学会大会講演要旨集，452-453，2) 大谷悟司ほか (2013)：コンクリート水路トンネルの補強に関する実験について，農業農村工学会大会講演要旨集，800-801。

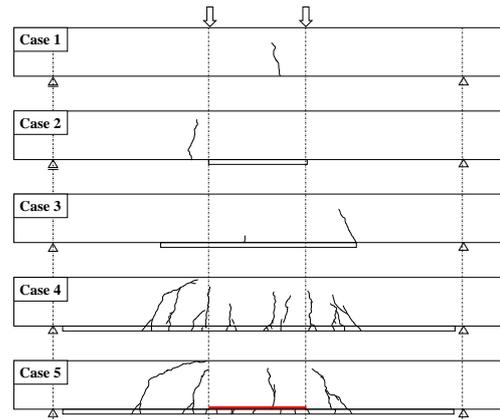


Fig.2 試験後のひび割れ発生状況
Cracks after bend test

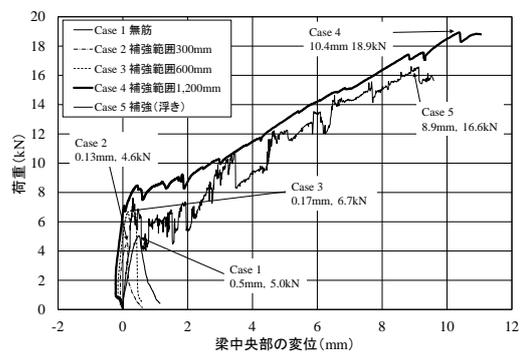


Fig.3 荷重変位曲線

Relationship between load and displacement

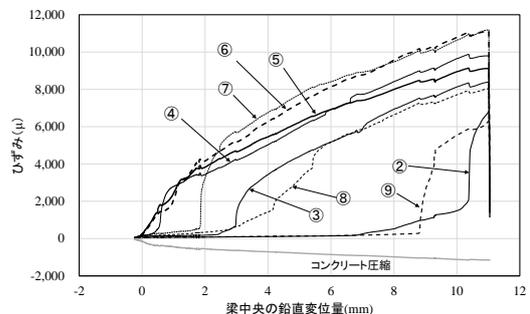


Fig.4 ひずみ挙動 (Case 4)
Strain of CFRP grid (Case 4)

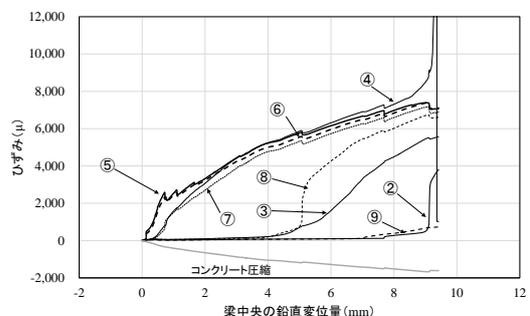


Fig.5 ひずみ挙動 (Case 5)
Strain of CFRP grid (Case 5)