

押抜きせん断試験に基づく水の侵入による耐疲労性の低下を抑制する RC 断面の検討

日本大学 学生会員 ○滝澤 日向

日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 フェロー会員 岩城 一郎

1. はじめに

既存道路橋の老朽化問題の多くは RC 床版の劣化に起因する。これは、RC 床版を構成する材料の劣化が構造性能低下を直接的に招くことにある。この材料劣化(例えば塩害)は、床版への水の侵入が誘因となり、この種の劣化が耐疲労性の低下に大きく影響している。現行の水対策は、排水工と防水工が担っている。しかし何らかの原因で床版へ水が侵入すると RC 床版の耐疲労性は、著しく低下する。本研究では既往の耐疲労性低下の要因に関する知見を踏まえ配筋やコンクリートの仕様を検討し、定点载荷による押抜き疲労载荷試験を実施することで、水が侵入による耐疲労性の低下を抑制する RC 床版断面の検討を行う。

2. 実験概要

図-1 に、本研究で考案した RC 断面の概要を示す。図より、I 型は上側鉄筋を配筋しない断面、II 型は I 型に短繊維コンクリートを使用しひび割れの進展抑制をする断面、III 型は I 型に炭素繊維グリッド(以下、グリッド)を縦配置しせん断補強を施した断面、IV 型は II 型と III 型を合わせた断面である。表-1 に、実験条件を示す。表より、配筋を単鉄筋(S)と複鉄筋(D)の 2 条件、またグリッドの有無(G と N)とビニロン繊維の有無(Pv と N)のそれぞれ 2 条件、および载荷試験を静的载荷(S)と疲労载荷(F)とする 2 条件を組み合わせた合計 10 条件とした。コンクリートは水セメント比 68%であり、材齢 28 日の圧縮強度が 28.7MPa であった。図-2 に、供試体の寸法と配筋を示す。図より、供試体形状は長さ 800mm、高さ 100mm であり、主鉄筋と配筋にはそれぞれ SD295AD10 と SD295AD6 を使用した。载荷試験は、支点間距離を 700mm とする 4 辺支持载荷とした。载荷手順としては、まず従来型断面の静的载荷を行い、静的最大荷重の 60%を疲労载荷試験における上限荷重とした。疲労载荷に際しては、荷重を 1Hz の正弦波として与えた。写真-1 に、载荷試験状況を示す。また、全ての载荷試験において上面湛水とした。測定項目は、荷重と中央変位、および载荷回数である。载荷試験終了後は、疲労载荷試験および静的载荷試験終了後の供試体下面に発生したひび割れと、供試体を切断し切断面のひび割れを測定した。なお、载荷試験は継続中であり、本稿では载荷試験が終了した結果を示す。

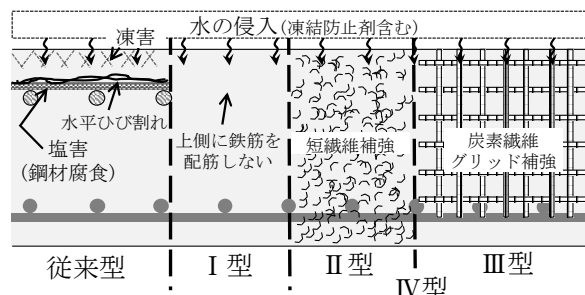


図-1 考案断面の概要
表-1 実験条件

供試体No.	断面型	単鉄筋	複鉄筋	グリッド	短繊維	疲労試験	静的試験
S-G-N-S	III	○		○			○
D-G-N-S	従来+III		○	○			○
S-G-N-F	III	○		○		○	
D-G-N-F	従来+III		○	○		○	
S-N-Pv-F	II	○			○	○	
S-G-Pv-F	IV	○		○	○	○	
S-N-N-F	I	○				○	
D-N-N-F	従来		○			○	
S-N-N-S	I	○					○
D-N-N-S	従来		○				○

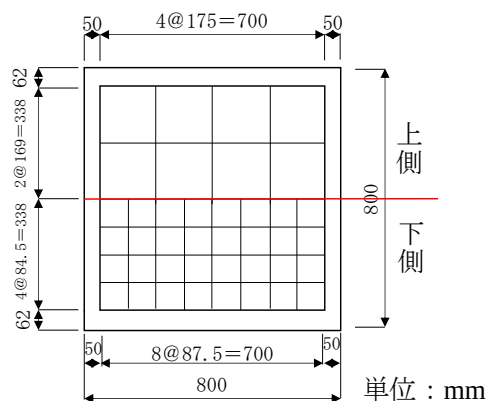


図-2 供試体の寸法と配筋



写真-1 载荷試験状況

3. 実験結果と考察

図-3 に、基準となる従来型断面の静的荷重試験の結果を示す。図より、最大荷重は、S-N-N-S が 103.0kN であり、D-N-N-S が 109.8kN と押抜きせん断耐力は複鉄筋の方が大きいと考えたが、両者には大きな差は認められず同程度の最大荷重と判断された。図-4 に、疲労荷重試験の結果として中央たわみと荷重回数の関係を示す。図より、疲労破壊回数は、従来型断面の S-N-N-F が 25500 回、D-N-N-F が 13000 回と複鉄筋断面の疲労破壊回数が単鉄筋断面の約 1/2 と明らかに耐疲労性が劣る結果を得た。これに対して、グリッドを設置したⅢ型断面の疲労破壊回数は、S-G-N-F が 40700 回であり、D-G-N-F が 25780 回と単鉄筋断面の方が複鉄筋断面の約 1.6 倍に疲労破壊回数が増加した。また、従来型断面と比較からは、グリッドの設置によって、複鉄筋断面の場合は約 2 倍、単鉄筋断面の場合は約 1.6 倍に疲労破壊回数が増加した。以上の実験が終了した 4 条件より、従来型においては単鉄筋断面、グリッド有りのⅢ型断面も単鉄筋断面と複鉄筋断面よりも耐疲労性の向上を確認した。グリッドの有無による耐疲労性の向上は、押抜きせん断力による斜めひび割れの進展と開口に対してグリッドによるせん断補強が効果を発揮した結果と解釈された。なお、グリッドの有無によりたわみが 1mm 程度違うが、この理由については現在検討を行っている。図-5 に、従来断面における切断面のひび割れ状況を示す。図より、静的荷重試験の場合、S-N-N-S と D-N-N-S 間で破壊状況に大きな違いはなく、斜めひび割れの発生と面外方向への押し抜きが観察された。これに対して、疲労荷重試験の場合、S-N-N-F は斜めひび割れの角度が約 30° と静的荷重試験と同様なひび割れ発生形態であったが、D-N-N-F は約 45° と角度が大きい。これは断面の観察から D-N-N-F の斜めひび割れは、載荷板下の上側鉄筋から距離が近い下側鉄筋を結ぶ様に進展していた。すなわち、上側鉄筋が斜めひび割れを誘発するかなのような挙動を示すことで、下側鉄筋と短絡するようなひび割れを形成しこれによってせん断抵抗領域が単鉄筋断面よりも減少したことが耐疲労性が劣る原因となった可能性が考えられた。

4. まとめ

本実験の範囲内においては、複鉄筋断面よりも単鉄筋断面において耐疲労性が向上し、またこれにグリッドによるせん断補強することで耐疲労性のさらなる向上を確認することができた。今後は、残りの荷重試験を実施し体系的に水の侵入を想定した RC 断面の評価を行う予定である。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 17K06540 により実施されました。ここに謝意を表します。

【参考文献】 1)前島拓ら：塩害による鉄筋腐食が道路橋 RC 床版の耐疲労性に及ぼす影響、土木学会論文集 E2、Vol. 70 No. 2、pp.208-225、2014.6

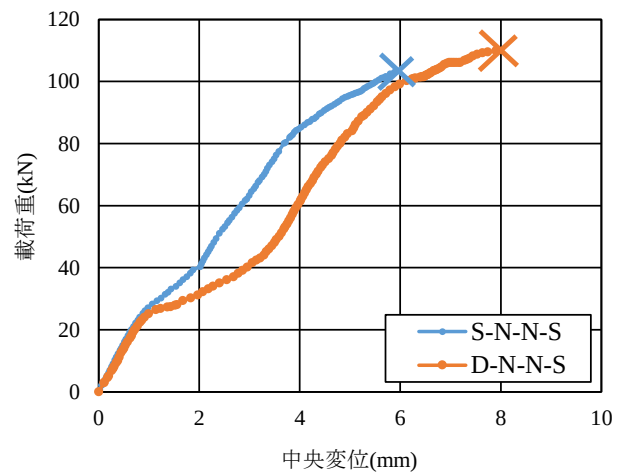


図-3 荷重-変位関係

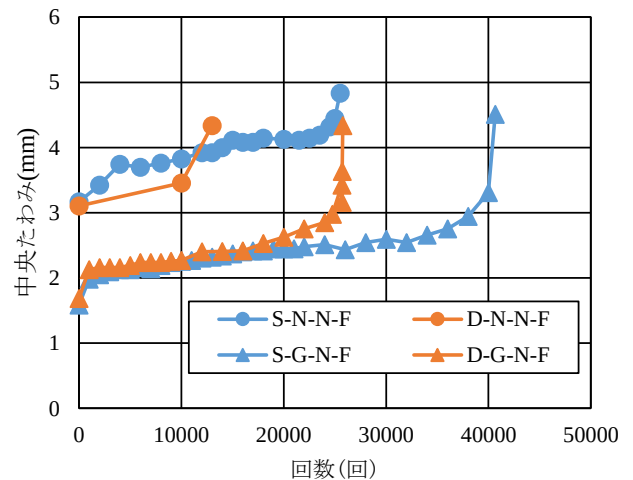


図-4 中央たわみと荷重回数

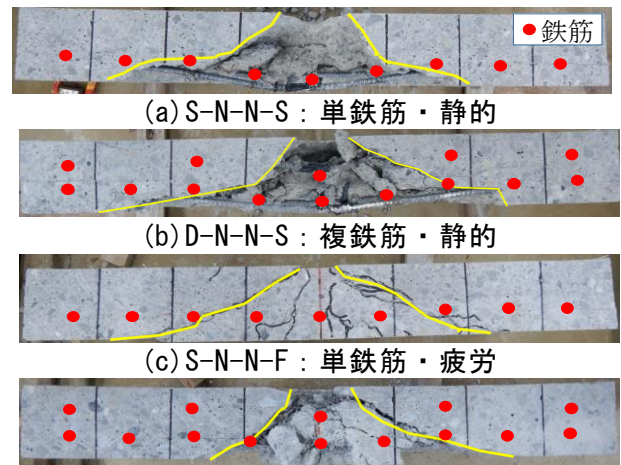


図-5 供試体の断面ひび割れ図