

遅延合成構造を適用した合成げたの負曲げ載荷試験

川田工業 正会員 ○松井 信武 北海道開発土木研究所 正会員 池田 憲二
川田工業 正会員 橘 吉宏 北海道開発土木研究所 正会員 皆川 昌樹
川田工業 正会員 北川 幸二 川田工業 正会員 清水 良平

1. はじめに

従来の鋼とコンクリートの合成構造では、鋼部材の拘束を受けたコンクリート部材には施工時荷重や自身の収縮にともないひび割れの原因となる引張力が作用する場合がある．この引張力を低減する方策のひとつとして遅延合成構造が普及してきており¹⁾，千歳高架橋D橋では鋼床版上の壁高欄コンクリートに遅延合成構造を適用して初期収縮によるひび割れを抑制できることが目視調査で確認されている²⁾．

本報告では、打設から約1年間乾燥収縮が進行するコンクリートのひずみを計測した鋼とコンクリートの合成げた³⁾の負曲げ載荷試験を行い，コンクリート床版に蓄積された引張応力と乾燥収縮収束後の合成げたの性能について検証した結果を述べる．

2. 試験体及び載荷試験

載荷試験方法と計測位置を図-1 に、試験体一覧を表-1 に示す．試験体は、参考文献 3)で製作から約1年間コンクリートの乾燥収縮期間のひずみ推移を長期計測した4体の合成げたとした．各々の試験体は遅延合成構造の適用の有無とずれ止めの種類が異なり，遅延合成構造は，上述の乾燥収縮の進行期間は非合成，本載荷試験時には合成作用が発現しているように設定した．

この合成げたを上下反転した状態で支点間隔6mで試験機に設置し，中央部に純負曲げが作用するように載荷点は間隔1mの2点とした．載荷開始から初期ひび割れ発生時まで荷重制御，その後は変位制御で載荷し，床版コンクリートの初期ひび割れ発生時と載荷荷重が440kN，660 kN，1135 kNの時に除荷・載荷を2回繰り返し，ひび割れ状況を確認した．計測項目は，載荷荷重，たわみ，けた端のコンクリートと鋼げたの相対ずれ，けた中央及び支間1/4点の断面のひずみ分布，及び試験体中央近傍のコンクリート表面ひずみとした．また，載荷試験と併せて行ったコンクリート強度試験の結果を表-2 に示す．

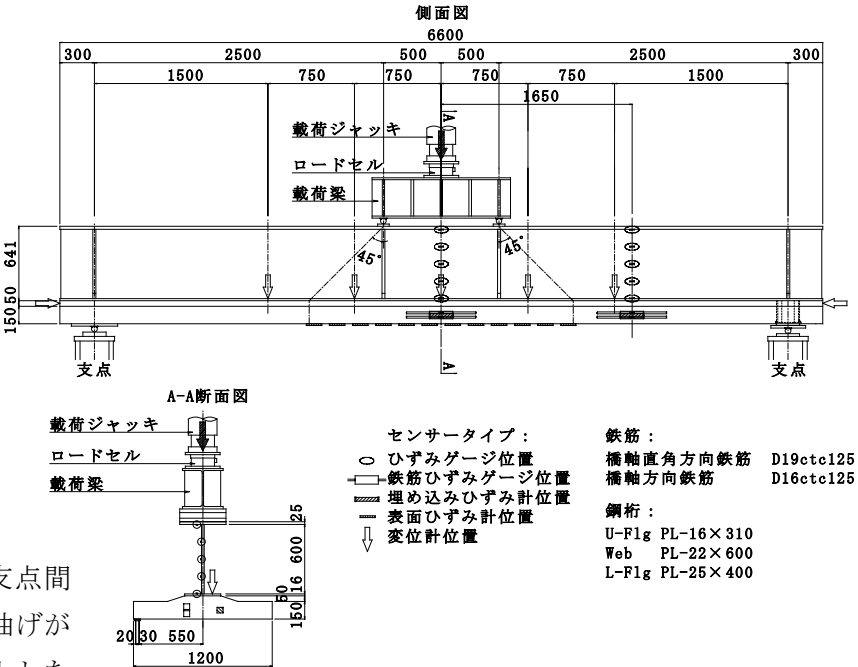


図-1 載荷試験方法及び計測位置

表-1 試験体一覧

試験体	遅延合成構造の適用	ずれ止め	側面図
SN	なし	頭付きスタッド	
AN		スラブアンカー	
SP	あり 〔本試験は合成作用が発現後〕	頭付きスタッド	
AP		スラブアンカー	

3. 載荷試験結果

3-1. 載荷荷重とたわみの関係

各試験体の載荷荷重とたわみの関係の包絡線と、全断面有効、鋼げたと鉄筋の合成断面及び鋼げた断面のみの設計値を図-2に示す。試験体 SN および SP、また試験体 AN および AP はそれぞれ荷重-たわみ関係の傾向が近似しており、合成作用発現後の遅延合成構造は従来の合成げたと同様の剛性を有することがわかる。なお、後述の初期ひび割れ荷重の違いと関連して、試験体 SN と比べて試験体 SP は全断面有効として挙動する荷重範囲が向上していることがわかる。また、試験体 AN および AP は載荷の初期段階から鋼げたと床版コンクリートに相対ずれが生じたことを目視により確認した。

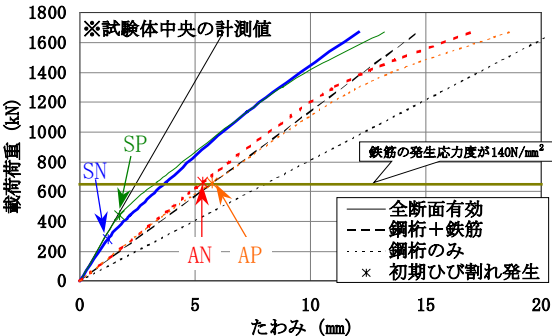


図-2 載荷荷重-たわみ関係

表-2 コンクリートの強度試験結果

材令	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比 —	引張強度 (N/mm ²)
18ヶ月	52.4	40,200	0.203	3.73

3-2. 初期ひび割れとコンクリートの応力度

初期ひび割れ発生時の載荷荷重から算出した各試験体の床版コンクリートの引張応力度と基準の試験体 SN との応力度の差異を表-3に示す。ここで、コンクリート打設から約1年間の長期計測で得た発生ひずみから、乾燥収縮により各試験体の床版コンクリートに蓄積された引張応力度の推定値を換算応力度として併記した。

表-3 床版コンクリートの応力度比較

試験体	載荷荷重 (kN)	本載荷試験の初期ひび割れ発生時 応力度 (N/mm ²)		初期収縮で蓄積された 引張応力度 (N/mm ²) (計測ひずみとコンクリートの弾性係数から算出)
		全断面有効とした計算値	試験体 SN との差異	
SN	280	3.5	—	—
AN	660	8.1	4.6	0.9
SP	440	5.4	1.9	2.1
AP	660	8.1	4.6	1.4

※試験体中央の応力度

試験体 SP に着目すると、本載荷試験ではひび割れ発生までの発生応力度は試験体 SN よりも 1.9N/mm² だけ向上している。このことは、長期計測の結果において、試験体 SN と比べて試験体 SP の蓄積引張応力を 2.1N/mm² 低減できるとした結論とほぼ一致する。

3-3. ひび割れ状況

載荷荷重が 660kN の時に確認した、試験体 SN 及び SP の床版コンクリートのひび割れ状況を図-3、4に示す。なお、載荷荷重が 660kN の時、鋼げたと鉄筋を抵抗断面とした計算で鉄筋の発生応力が約 140N/mm² である。試験体 SN では、床版上面のひび割れがすでに主鉄筋間隔とほぼ等しく発生しており、床版下面への貫通ひび割れも多い。一方、試験体 SP は、床版上面のひび割れ間隔が 125mm から 250mm であり、床版下面への貫通ひび割れも少ない。

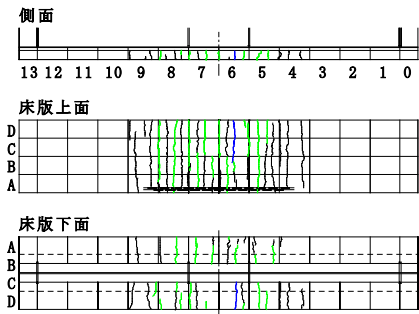


図-3 試験体 SN のひび割れ状況

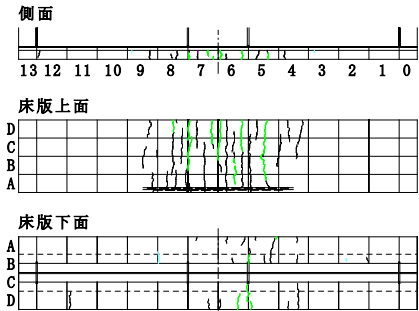


図-4 試験体 SP のひび割れ状況

4. まとめ

本研究では、載荷試験前の長期計測で得た「遅延合成構造を適用すれば初期収縮による引張応力の蓄積を抑制できる」という結論と一致する結果が得られた。この結果を、施工時荷重による引張力の低減や効率的なプレストレスの導入などにも応用し、今後は連続合成げたなどの構造に適用した場合の効果について検証を進めていく。

参考文献

1) 渡辺,橘,北川,牛島,平城,栗田：遅延合成構造の開発と実用化に関する研究，構造工学論文集 Vol.47A，2001.3
2) 橘,赤代,三田村,北川,清水：遅延合成工法を併用した膨張コンクリートによる壁高欄のひび割れ抑制効果，「膨張コンクリートによる構造物の高機能化/高耐久化」に関するシンポジウム，2003.9
3) 清水,橘,北川,池田,皆川：遅延合成構造を適用した合成げたの長期計測，土木学会第59回年次学術講演会（I），2004.9