

住友建設	技術研究所	正会員	梅津	健司
同	上	正会員	藤田	学
住友建設		フェロー	津野	和男
早稲田大学	理工学部	正会員	関	博

B 活荷重の施行に伴う自動車荷重の増大への対応、または走行性及び環境の改善を目的として、既設単線桁橋について外ケーブルを配置することにより連結化してノージョイント化を図った工法がある。¹⁾ この構造の接合部である中間支点断面では活荷重時に正負の曲げモーメントが生じることと、プレストレス不静定力を発生を抑制することを考慮して、主桁全長に渡って断面の図心付近に外ケーブルを配置することが多い。そのような構造の部材にひび割れが進展する終局荷重時においては、付着有り鋼材が引張縁に配置されている支間部と、外ケーブルのみが引張鋼材として配置されている中間支点部とで、主桁の曲げ剛性の差異が進行するため、モーメント再分配が進行し、複雑な挙動を呈すると推察される。本稿では、そのような曲げ挙動を把握するために、試設計橋に対し材料非線形性と幾何学的非線形性を考慮した解析を実施し、曲げ破壊に対する安全性を検討した。また実橋を縮小モデル化した2径間連続桁について、非線形解析と静的載荷実験を実施し、その挙動を検証した。

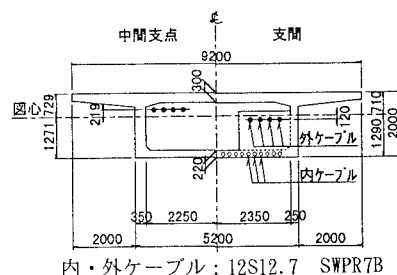


图-1 主桁断面图

試設計の対象としたのは、支間40mの等桁高の単純桁4連の連結桁で、その主桁断面を図-1に示す。部材の変形に伴う外ケーブルの応力度増加を考慮しない従来の曲げ耐力算定法によった場合、中間支点断面では曲げ破壊に対する安全率は、70%となり不足した。しかし活荷重を中間支点断面のモーメントが大きくなるように載荷形態を設定し、活荷重し及び衝撃Iを漸増させた非線形解析²⁾を行うと、図-2に示すようにモーメント再分配が顕著に生じ、道路橋示方書の規定する終局荷重作用時の荷重係数2.5を超えてからの曲げ破壊となった。図-2に示した%数値はモーメント再分配率である。その他の荷重組合せの解析ケースの結果を表-1に示すが、所要の耐荷係数を満足していた。これより、本橋の供用荷重時の曲げ応力度に着目して設定した外ケーブル補強量は、終局荷重時の曲げ破壊に対する安全性をも満足するものであることを確認した。

活荷重の載荷

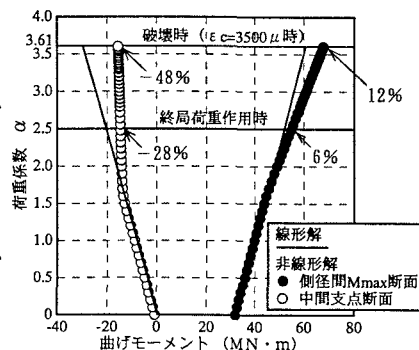


図-2 荷重係数と主要断面における曲げモーメントの関係

試験桁は、試設計橋のケーブル配置量や偏心量に着目して縮小モデルとしたもので、構造寸法を図-3に示す。試験桁の構造諸元の設定根拠を以下に示す。

表-1 試設計橋の解析結果

活荷重の載荷形態	荷重の漸増ケース	外ケーブル 応力度増加 N/mm ²	耐荷係数 α_u	所要 α_r
中間支点断面に着目した載荷形態	$1.0D + \alpha(L + 1)$	65	3.61	2.5
	$1.3D + \alpha(L + 1)$	70	2.89	2.5
	$1.7D + \alpha(L + 1)$	216	2.01	1.7
支間Mmax. 断面に着目した載荷形態	$1.0D + \alpha(L + 1)$	87	3.85	2.5
	$1.3D + \alpha(L + 1)$	78	3.10	2.5
	$1.7D + \alpha(L + 1)$	211	2.01	1.7

キーワード：連結桁、ノージョイント、外ケーブル、非線形解析、補強

〒329-0432 栃木県河内郡南河内町仁良川1726 TEL 0285-48-2611 FAX 0285-48-2655

①試験桁では、試設計橋の曲げ破壊に至るまでの性状が再現できるように、試設計橋における内ケーブル配置量の終局釣合い鋼材量に対する比率を一致させて、内ケーブルの量と偏心を設定した。

②内ケーブルと外ケーブルの断面積の比率は、試設計橋と試験桁とで合わせた。

③実橋では中間支点断面で軸方向鉄筋が連続していないことを鑑み、試験桁の引張域の軸方向鉄筋は、中間支点断面から左右10mmずつの位置に鉄筋端が来るようにし、連続させない構造とした。

4. 試験結果

試験は、図-3の矢印で示した位置について、桁が曲げ破壊するまで静的に漸増载荷する方法を採った。ひび割れ発生荷重は、中間支点断面上縁が $P=45\text{kN}$ 、支間下縁が $P=170\text{kN}$ であった。中間支点断面の引張縁は無筋であるため、ひび割れの開口度合が著しかった。最終ひび割れ状況を図-4に示す。荷重ピークである $P=409\text{kN}$ 時に、左支間上縁コンクリートに圧壊が認められた。その後、コンクリートの圧壊部が縁辺より断面図心方向に徐々に拡がりながら耐荷力が漸減し、たわみが進行した。荷重と外ケーブル応力度増加の関係を図-5に、荷重と曲げモーメントの関係を図-6に示す。図-6より、中間支点断面のモーメントが $P=130\text{kN}$ 頃より、線形解から著しく乖離してきているので、中間支点断面が塑性ヒンジに近い状態を示したと言えよう。 P_{max} 時のモーメント再分配率は、中間支点断面において -70% 、支間 M_{max} 断面において 32% であった。また非線形解析値は、実験値とよく整合している。

5. まとめ

ノージョイント化を図るために外ケーブルを用いて主桁連結を施したPC桁について、終局曲げ挙動を検討した結果、次の性状が得られた。荷重漸増に伴い、中間支点断面が塑性ヒンジ化し、モーメント再分配が顕著に生じた。また部材の変形に伴う外ケーブルの応力度増加が生じたことにより、曲げ耐力が向上した。これらの性状は、本工法の連結桁が破壊に対して余力を発揮する構造であることを示唆するものである。

参考文献

- 1) (財)道路保全技術センター：既設橋梁のノージョイント工法の設計施工手引き(案)、平成7年1月
- 2) 梅津健司、藤田学、玉置一清、山崎淳：外ケーブル方式二径間連続はりの曲げ終局耐力に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 17、No. 2、pp. 743-748、1995. 6

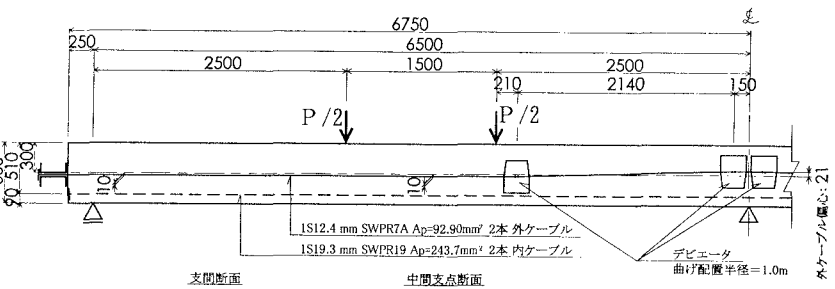


図-3 試験桁の構造寸法

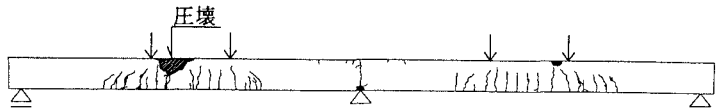


図-4 最終ひび割れ状況

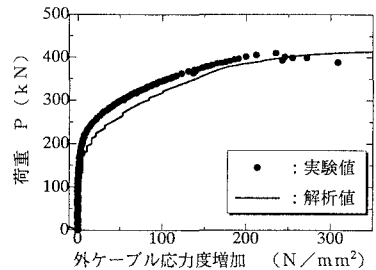


図-5 荷重と外ケーブル応力度増加の関係

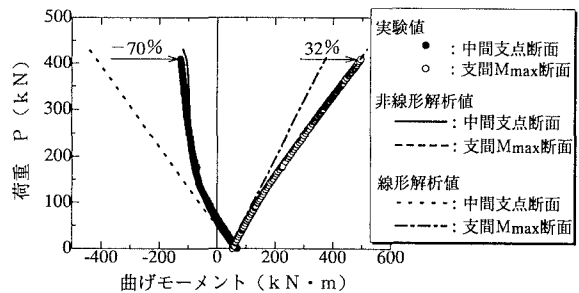


図-6 荷重と曲げモーメントの関係