

V-454

大偏心外ケーブル方式PC連続はりの曲げ破壊実験と解析

住友建設(株)技術研究所 正員 梅津健司 正員 藤田 学
 住友建設(株)土木設計部 正員 玉置一清 正員 新井英雄
 日本大学理工学部 正員 山崎 淳

1. はじめに

PC橋の新しい構造形式であるエクストラードード橋は、偏心を大きくした外ケーブル方式のPC橋の一種と見なすことができる。本研究では、支点・支間部において外ケーブルを桁高外に配置し、通常の外ケーブル方式より偏心量を大きくした大偏心外ケーブル方式のPC二径間連続はりについて静的載荷実験を行い、曲げ破壊に至るまでの性状を把握した。また材料非線形および幾何学的非線形を考慮したプログラムによる解析を行い、解析値が実験値に整合していることを検証した。

2. 実験概要

構造寸法と外ケーブル配置形状を図-1に示す。外ケーブルはコンコーダント配置とし、中間支点断面と支間Mmax断面とで引張縁応力度をフルプレストレスとする荷重がほぼ等しくなるように、偏心量を設定した。荷重の載荷位置は、曲げモーメント分布がはり全長にわたる等分布荷重による曲げモーメント分布とほぼ相似になるように設定した。鋼製デビエータの外ケーブルとの接触面にはテフロンを挟んだ結果、角摩擦係数 μ は0.06であった。

表-1 材料特性 (kgf/cm²)

	圧縮強度	引張強度	曲げ強度	弾性係数
コンクリート	424	37.7	57.9	2.58E+05
外ケーブル (PC鋼より線)	導入引張応力度	降伏点	引張強度	弾性係数
1T12.4 SWPR7A 0.929cm ² /本	8810	15000	17500	1.97E+06*
鉄筋 SD295A	軸方向筋 D10	3640*	5100*	2.1E+06
	スタースラップ D13	3750*	5300*	2.1E+06

*)試験成績書より

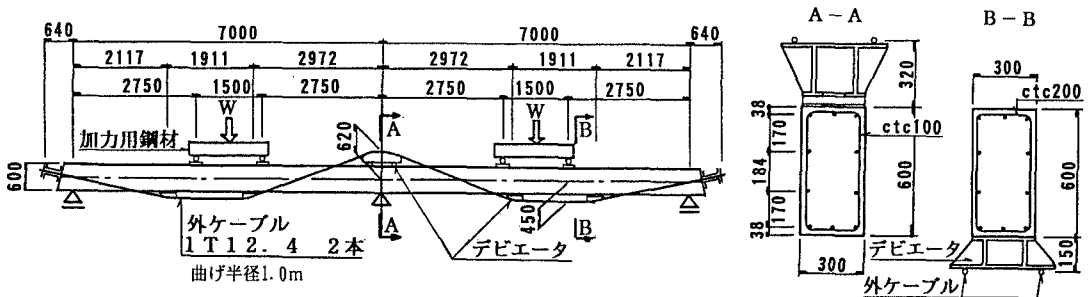


図-1 実験はりの構造寸法と外ケーブル配置形状

3. 非線形解析

はり断面をファイバーモデルとし、材料の応力度-ひずみ関係の非線形性とはりの変形による幾何学的非線形性を考慮した骨組解析を用いた。荷重増分に応じて接線剛性を更新し、全体系での力のつりあいを満足するよう解析するものである。¹⁾ 本モデルの解析に用いた材料値を表-1に示す。ただしコンクリートの引張強度を無視している。材料の応力度-ひずみ曲線は試験成績書を参考に折線近似した。

4. 実験結果と考察

図-2~5に荷重-諸変数の実験値と非線形解析値を示す。解析値と実験値はほぼ整合している。

図-5より、曲げモーメントの再分配は支点上縁にひび割れが生じた $W=11\text{tf}$ 載荷頃より始まりが見られる。

図-6より $W=28.8\text{tf}$ 載荷した時点で外ケーブルが降伏したことがわかる。

はりは $W=31.5\text{tf}$ 載荷した時点で左支間上縁が圧縮破壊した。曲げ耐力の実験値と非線形解析や一般の設計

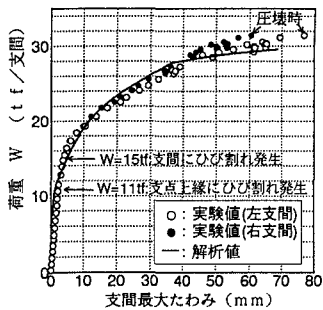


図-2 荷重-たわみ図

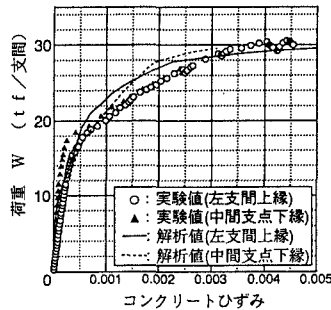


図-3 荷重-コンクリートひずみ図

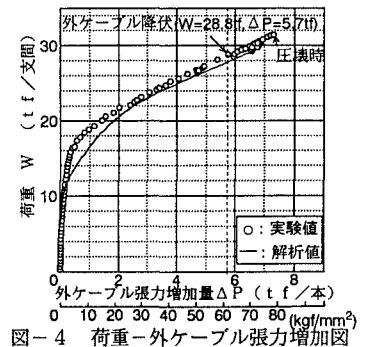


図-4 荷重-外ケーブル張力増加図

法による計算値との比較を表-2に示す。実験値は、P C鋼材とコンクリートの付着があると見なした場合の曲げ耐力計算値の70%や、張力増加が無いものとした計算値より安全側であった。むしろP C鋼材に付着があると見なした場合の計算値と同程度の耐力を示す結果となった。これは外ケーブルの偏心量が大きいために、はりの塑性変形に伴う外ケーブルの張力増加量が大きくなり、P C鋼材ひずみが降伏点に至ったためである。

5. まとめ

1)外ケーブルは、一般的に荷重に伴う張力増加が少ないが、外ケーブルを部材引張域に偏心量を大きく取って配置し、等分布荷重と相似となるように荷重した場合には、外ケーブルが降伏するほどの大きな張力増加を示すことを実験により確認した。その結果、P C鋼材とコンクリートの付着があると見なした場合の計算値と同等の曲げ耐力が得られた。

2)ここで用いた解析手法は、本実験のような不静定構造においても実験値と整合しており、非線形挙動を適切にシミュレートできること、部材の耐力荷力を設計的に評価する上で信頼できるものであることが確認された。

3)集中荷重や非対称荷重の場合には外ケーブルの張力増加が比較的小さいことが一般に知られており、このようなケースでの解析をさらに行って、大偏心外ケーブル構造の特性を把握する必要がある。

【参考文献】

1)梅津・藤田・玉置・山崎: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, 1995

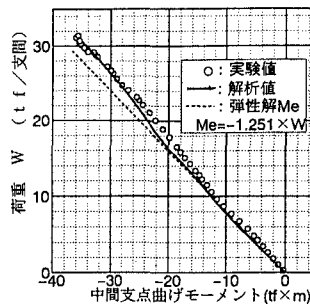


図-5 荷重-中間支点曲げモーメント図

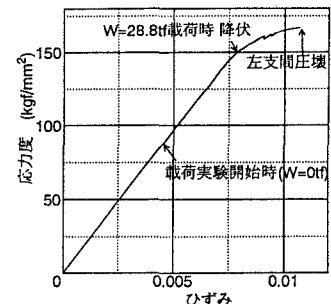


図-6 載荷実験時における外ケーブルの応力度-ひずみ履歴図

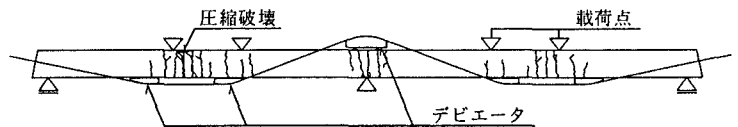


図-7 最終ひび割れ状況

表-2 曲げ耐力実験値と計算値の比較 (tf·m)

		中間支点	支間Mmax	圧縮縁ひずみ
計算値	実験値	-38.0	31.0	4540 μ
	非線形解析	-34.8	28.6	$\epsilon_{cu}=3500 \mu$ とした
	付着有鋼材の場合	-36.7	31.1	
	付着有鋼材の場合×0.7	-25.7	21.8	
	張力増加を0とした場合	-22.1	19.3	