

V-447

内外併用ケーブルを用いたPC橋の耐荷力評価

阪神高速道路公団 正会員 ○林 秀侃
 阪神高速道路公団 正会員 幸左 賢二
 (株)オエンタルコンサルタンツ 正会員 谷口 和良
 新構造技術㈱ 栗根 聡

1. まえがき

外ケーブル構造の桁は、桁と外ケーブルの挙動が異なり断面保持の仮定が成立しないため、道路橋示方書で示される破壊抵抗曲げモーメントによる終局耐力算定法が適用できない。そこで、外ケーブル構造の終局耐力を評価するため、図-1に従って検討を進めており、現在、解析手法の評価を実施中である。本報告では、これまでに行った検討の概要について述べる。

2. 解析手法

解析手法は、微小変位理論に基づく汎用フレーム解析で、節点変位を未知数とする多元連立方程式を解くことにより変位・断面力を算出した。本解析では荷重を0.5tfずつ載荷し、変位・断面力を累積する方法を用い、逐次、部材の曲げ剛性と節点変位を更新することにより、ひびわれによる桁の剛性低下と変形による二次的影響を評価した。桁の曲げ剛性はM- ϕ 曲線から得られた接線剛性を用いた。

3. 解析モデル

フレーム解析モデルは図-2のとおり梁部材(鉄筋とボンドタイプの内ケーブルで補強された桁)、壁部材、外ケーブル部材およびデビエータ部材から成る単純桁モデルとした。初期緊張応力は、内外ケーブルとも $0.55\sigma_{pu}$ (σ_{pu} : PC鋼材の引張り強さ)とし、梁部材のM- ϕ 曲線は内外ケーブルの緊張力を一定($0.55\sigma_{pu}$)として算定した。部材形状図を図-3, 4に示す。この部材断面は、実橋(PC2径間連続ラーメン室箱桁橋)において、曲げ破壊安全度がクリティカルとなる断面を1/3程度に縮小したものである。部材の断面諸元の決定にあたっては、断面図心位置の比、鋼材比およびプレストレスによる応力度を実橋に合わせるよう配慮した。PC鋼材はPC鋼より線(1T17.8, 1T15.2, 1T9.5)、鉄筋はD10および $\phi 6$ (SD345)を使用し、コンクリートの設計基準強度は 400kgf/cm^2 とした。M- ϕ 曲線の算定に用いた応力-ひずみ曲線は、道路橋示方書に準拠し、図-5のように設定した。

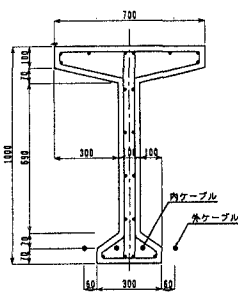


図-3 部材断面図

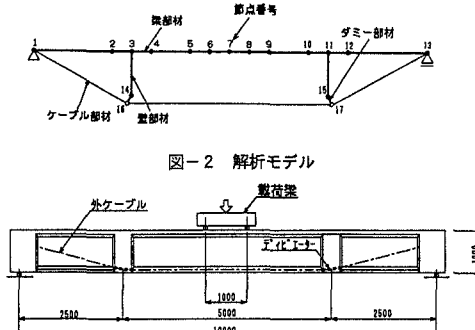


図-4 部材側面図

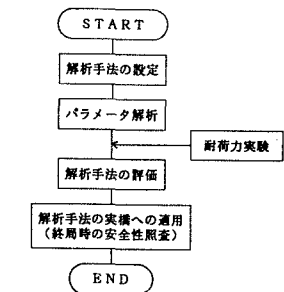


図-1 検討フロー

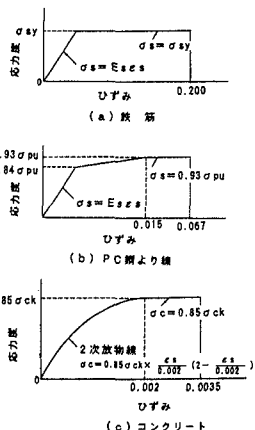


図-5 応力～ひずみ曲線

4. 実験による検証

本実験は、解析手法の検証を目的として実施したもので、検討するパラメータは、解析の結果、影響が大きいと考えられた①内外併用ケーブル構造における外ケーブル比率の影響、②荷重載荷幅の影響、③桁の下フランジ軸方向鉄筋量の影響とした。供試体の種類を表-1に示す。

5. 実験結果と考察

実験で得られた荷重～たわみ曲線を図-6に示す。破壊耐力は外ケーブル比率が大きいほど低下しており、NO.5供試体の破壊耐力は、NO.1供試体の84%となっている。これは、外ケーブル比率が大きいほど桁の剛性低下が大きくなるためと考えられる。また、軸方向引張り鉄筋量が小さい場合、ひびわれ分散性が極端に小さくなるため破壊耐力が低下し、NO.7供試体の破壊耐力は、NO.5供試体の約70%となっている。なお、NO.6供試体の破壊抵抗曲げモーメントは、NO.4供試体と有意な差は生じなかった。

6. 実験結果と解析結果との比較

実験結果と解析結果との比較を表-2および図-7に示す。本結果より、破壊耐力については解析結果が実験結果を下回っているが、図-7のとおり両者ともほぼ同じ傾向を示している。また、破壊時の外ケーブルの張力増加量は、実験、解析結果とも50～70kgf/mm²程度となっている。今後、次の点について本解析方法に修正を加え、解析方法の妥当性を検証する予定である。

- ①材料の応力～ひずみ関係を実際の材料試験結果に基づいて設定する。
- ②M- ϕ 曲線算定時の外ケーブルの緊張力を破壊時近傍の値にする。

6. まとめ

- ①内外併用ケーブル構造の終局挙動は、概ね汎用フレーム解析により評価できる。
- ②内外併用ケーブル構造の破壊耐力は、外ケーブル比率が大きいほど低下する。
- ③軸方向引張り鉄筋量が小さい場合は、内外併用ケーブル構造の破壊耐力が極端に低下するため、付着がある引張り鋼材を適切に配置する必要がある。
- ④内外併用ケーブル構造は、破壊時において50～70kgf/mm²程度の外ケーブルの張力増加量が期待できる。

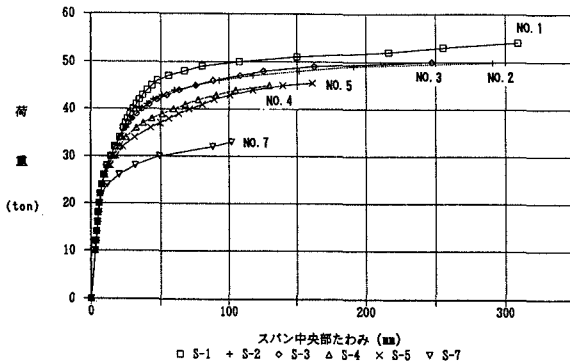


図-6 荷重～たわみ曲線（実験値）

表-1 供試体の種類

供試体 NO	外ケーブル の比率(%)
1	0
2	20
3	50
4	80
5	100
6	80 (載荷幅1m→3m)
7	100 (引張鉄筋量D10 -4本→ ϕ 6-2本)

表-2 実験結果と解析結果の比較

供試体 NO	破壊耐力 (tf)		破壊時の外ケー ブル張力増加量 (kgf/mm ²)		破壊時の支間中 央鉛直変位 (mm)	
	実験値	解析値	実験値	解析値	実験値	解析値
1	54.3	43.8	—	—	309	202
2	49.9	40.2	71.7	67.4	291	150
3	50.1	39.2	71.3	58.7	245	141
4	45.1	35.5	64.6	60.4	142	124
5	45.5	35.0	61.5	53.1	161	121
6	56.6	52.7	61.4	86.2	222	172
7	33.0	32.7	55.5	63.2	102	139

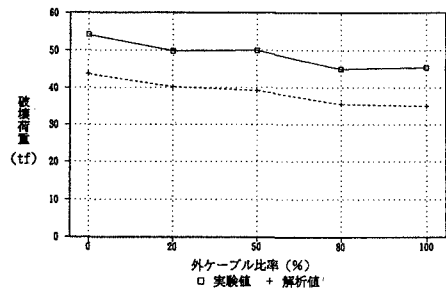


図-7 破壊耐力の比較（NO.1～NO.5）