吊床版橋を対象とした有限変形理論とケーブル理論の比較

オリエンタル建設(株)　正会員　○坂西　馨
オリエンタル建設(株)　正会員　近藤　琢也
オリエンタル建設(株)　正会員　正司　明夫
オリエンタル建設(株)　正会員　角本　周

１．目的

吊床版橋の設計では一般にケーブル理論により構造解析が行われているが[1)]，この理論は曲げ剛性よりも軸剛性が卓越する柔構造に適用できるものであり，特に吊床版端部の拘束度が高い場合には床版の曲げモーメントを過小評価する可能性がある．したがって，吊床版端部を剛結合とする場合には[1)]，厳密には有限変形理論による解析を行い床版の曲げモーメントを評価する必要がある[2), 3)]．一方，ケーブル理論による解析は有限変形理論による解析に比べて簡易であることから，設計方法として吊床版の曲げ剛性や端部の拘束度の影響を評価できる補正式を提示することが望まれている．そこで，本検討では有限変形理論とケーブル理論を用いたパラメトリック解析を行い，その結果を比較するものとする．

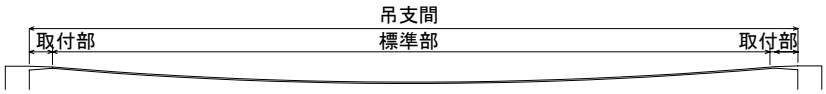

図-1　吊床版橋

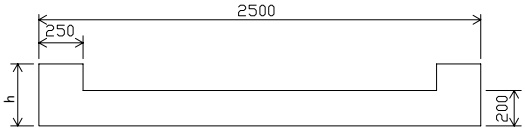

図-2　検討断面

２．解析方法

図-1 に対象とした吊床版橋の概略を示す．有限変形解析における解析モデルは，１次ケーブルをトラス要素，床版をはり要素，プレストレス導入用の２次ケーブルをはり要素内の埋込み鉄筋要素でモデル化した． 表-1 に，本検討の解析パラメータを示す．解析モデルは，支間長 50m～100m，サグ比 1／50～1／33 の範囲で設定し，端部条件は剛結合またはピン結合とした．また，吊床版の断面剛性は図-2 に示す床版全厚 h を変化させて３ケース設定し，取付部を含めた全支間で等断面とした．

表-1　解析パラメータ

		支間長	サグ比	断面剛性
		L (m)	f／L	h (mm)
パラメータ	①	50	1／50	200
	②	75	1／40	260
	③	100	1／33	330

解析は，実施工を考慮して，自重載荷，２次ケーブル緊張，橋面荷重載荷，クリープ・収縮，活荷重，温度±15℃の段階解析を行った．ここで，２次ケーブルの緊張力は，永久荷重作用時のサグ比が有限変形理論とケーブル理論の解析で一致するように設定した．なお，本報告では，各段階のうち２次ケーブル緊張直後の断面力を示すものとする．

３．解析結果

解析結果として，図-3 および図-4 に，それぞれ端部を剛結合とした場合およびピン結合とした場合の支間中央の曲げモーメントを示す（断面剛性 h＝200）．端部を剛結合とした場合は，支間中央の曲げモーメントは支間が短いほど有限変形理論とケーブル理論による結果の差が大きくなるが，これは端部の拘束条件の影響が大きくなるためである．またサグ比が小さいほど両理論の結果の差が大きくなるが，これはサグ比が小さくなると２次ケーブル緊張力に対するアーチ効果が小さくなるためと考えられる．一方，端部をピン結合した場合は，有限変位理論とケーブル理論による結果はよく一致している．

図-5 および図-6 に，断面剛性をパラメータとして，吊支間 50mおよび 100mに対する曲げモーメント分布を示す（サグ比 1／50）．図-5 に示すように，吊支間 50m の場合では断面剛性が大きくなるに従いケーブル理論との

キーワード：吊床版橋，有限変形理論，ケーブル理論
連絡先：〒102-0093　東京都千代田区平河町 2-1-1　オリエンタル建設株式会社　TEL;03-3261-1176 FAX;03-3261-1139

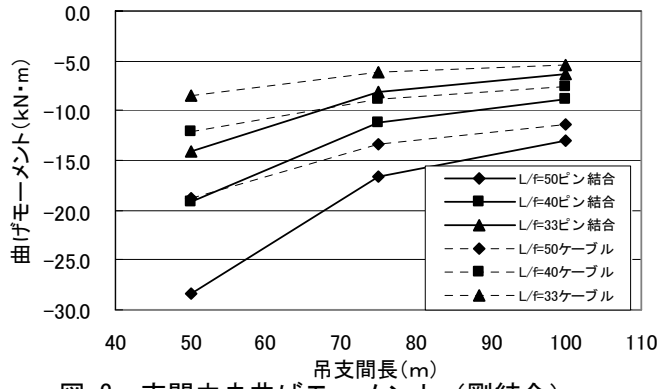

図-3　支間中央曲げモーメント（剛結合）

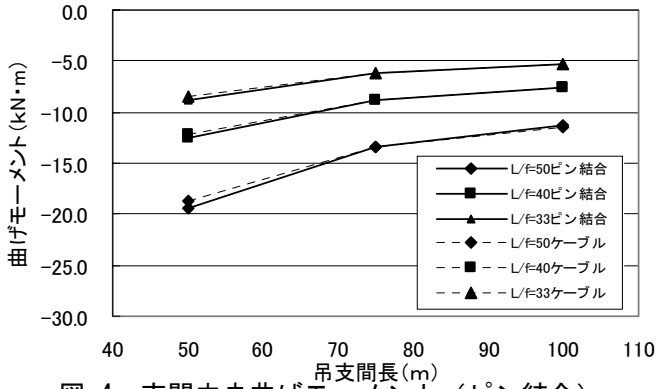

図-4　支間中央曲げモーメント（ピン結合）

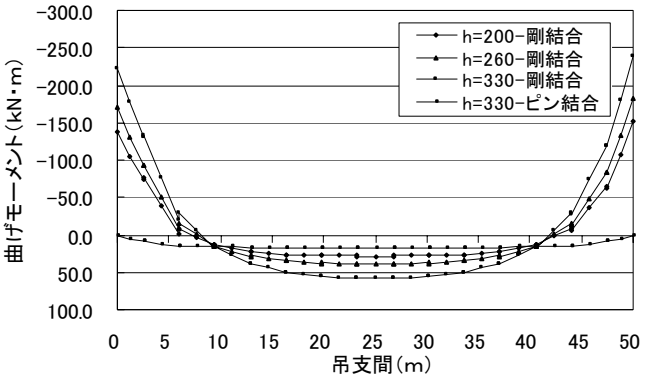

図-5　曲げモーメント分布（支間 50m）

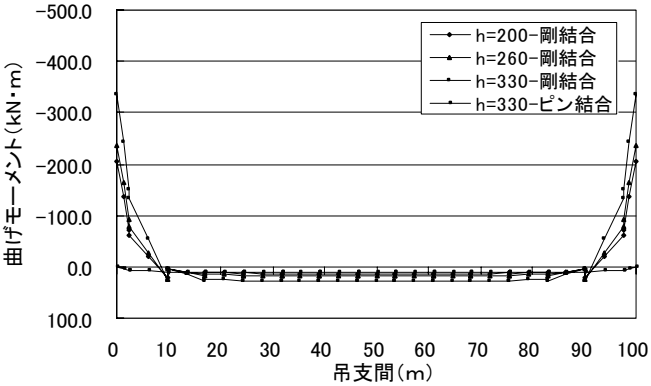

図-6　曲げモーメント分布（支間 100m）

差が大きくなる．一方，図-6 に示すように，吊支間 100m の場合では断面剛性を変化させても支間中央では大きな差は生じない結果となっている．これは，吊支間が長ければ端部の拘束条件の影響が小さくなり，かつ，吊支間に対して断面剛性が十分に小さいためにケーブル構造に近くなるためと考えられる．

図-7 に床版の曲げ剛性を吊支間で除したパラメータ I／L と支間中央の曲げモーメントの関係を示す（サグ比 1／50）．ここで，点線はケーブル理論による解析結果，実線は端部を剛結した場合の有限変形理論による解析結果を線形回帰した結果である．支間中央の曲げモーメントは，パラメータ I／L が 2.0×10^{-5} 程度以下であれば両理論による結果はほぼ一致する．また，同一のサグ比においては，両理論による解析結果は，それぞれパラメータ I／L に線形比例して大きくなる．

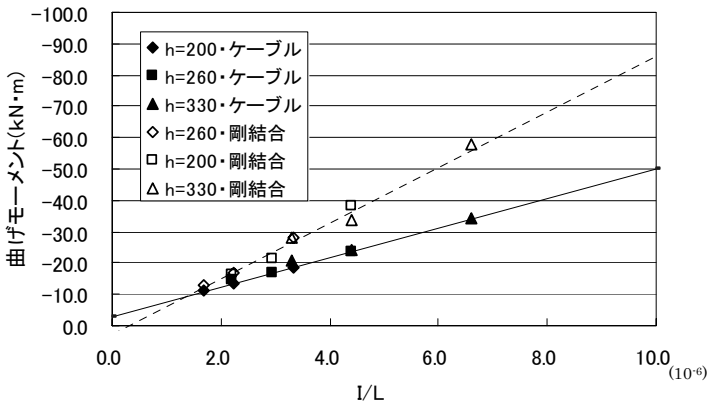

図-7　曲げ剛性／吊支間と支間中央曲げモーメント

4．まとめ

本検討では，吊床版橋の支間中央の曲げモーメントに着目し，有限変形理論とケーブル理論による結果の比較を行なった．吊床版の支間中央の曲げモーメントは，端部の結合方法やサグ比，曲げ剛性／吊支間によっては有限変形理論とケーブル理論による解析で差が生じる結果となった．今後は，これらのパラメトリック解析の結果をもとに，ケーブル理論による結果から吊床版の曲げモーメントを適切に評価できる補正式を提案していく予定である．

参考文献

1) (社)プレストレストコンクリート技術協会，PC 吊床版橋設計施工規準(案)，2000.

2) 中沢他：吊床版橋の力学的特性に及ぼす取付部の構造形式の影響，コンクリート工学年次講演論文集，Vol.16，No.2，1994.

3) 町他：ＰＣ吊床版橋の吊床版取付部形状に関するパラメトリック解析，第 11 回ＰＣシンポジウム論文集，2001.