

コンクリート部材接合部の一体化に関する数値解析的研究

東京工業大学大学院 学生員

村田 裕志

東京工業大学大学院 学生員

喜多 俊介

東京工業大学大学院 フェロー会員

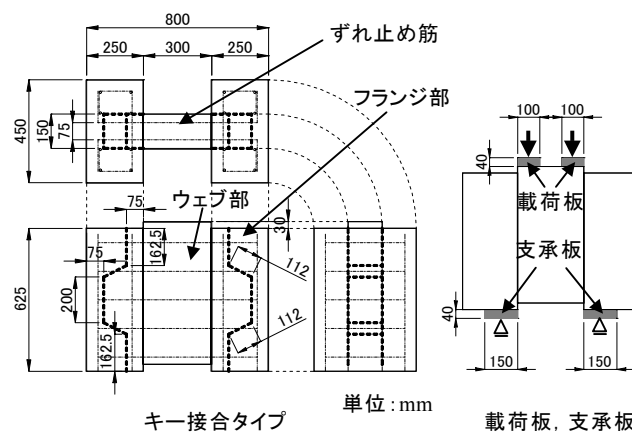
二羽 淳一郎

1. はじめに

PC 橋梁のさらなる軽量化，コスト削減，施工の効率化の手法として PC 箱桁橋のウェブ部材にプレテンション方式プレキャストコンクリート部材を適用することが現在，鋭意検討されている．その際には，コンクリート部材のウェブ - フランジ間の合理的な接合方法の検討が必要となる．そこで接合方法の検討によく用いられている 2 面せん断試験を対象に，3 次元の非線形有限要素解析を行った．解析に際し，鉛直方向の打継面を有する突合せタイプ，機械的にせん断抵抗力を向上させることを目的としてせん断キーを設けたキー接合タイプ，そして比較用に打継面を有しない一体型タイプの 3 ケースの接合方法について検討を行った．

2. 解析概要

図 - 1 に解析対象の概要図を示す．太い点線部は接合部を表している．すべての試験体で，ずれ止め筋 (D13) が 5 段に配置されている．図 - 2 に要素分割図を示す．モデルは対称性を考慮して試験体の 1/4 を解析対象とした．コンクリート要素と載荷板，支承板要素には 20 節点アイソパラメトリック 6 面体要素，鉄筋には埋込鉄筋要素，打継部のコンクリートには 8+8 節点界面要素を適用した．界面要素とは軸方向 (n) とせん断方向 (t) にばね状に抵抗する要素である (図 - 3)．



コンクリートの圧縮応力下の構成則は圧縮強度 f'_c の 1/3 まではヤング係数 E_c の弾性体とし，その点からピークまでは 2 次曲線で結び，ポストピーク域には Popovics 式¹⁾を使用した (図 - 4)．引張応力下では，ひび割れ発生まではヤング係数 E_c の弾性体とし，引張軟化モデルには 1/4 モデルを適用した．コンクリートの多軸応力下での破壊基準には引張側は Rankine モデル，圧縮側には Drucker - Prager モデル²⁾を使用した．コンクリート要素の諸特性を表 - 1 に示す．載荷板，支承板は弾性体とし，鉄筋は降伏強度 ($f_y=295\text{MPa}$) に達するまではヤング係数 ($E_s=200\text{GPa}$) の弾性挙動をとり，それ以降は E_s の 1/100 の剛性で直線的に応力が増加していくパイリニアモデルとした．打継部に適用する界面要素では引張強度，せん断強度に達した後は完全に応力を伝達しないものとした．界面要素の特性は表 - 2 のように与えることにした．

表 - 1 コンクリート要素の諸特性

圧縮強度 f'_c [MPa]	引張強度 f_t [MPa]	ヤング係数 E_c [GPa]	破壊エネルギー G_F [N/mm]
30.0	3.00	25.0	0.10

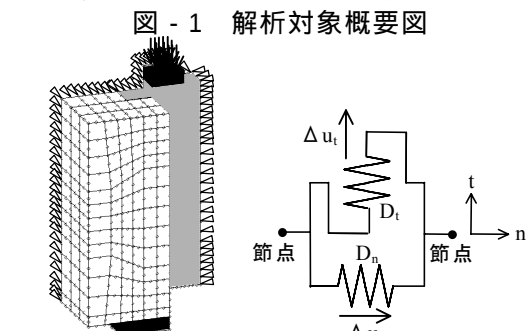


図 - 2 要素分割図 図 - 3 界面要素 (キー接合タイプ)

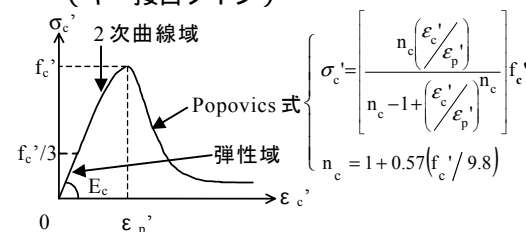


図 - 4 圧縮モデル

表 - 2 界面要素の諸特性

引張強度 f_t [MPa]	せん断強度 f_s [MPa]	軸方向剛性 D_n [N/mm ³]	せん断剛性 D_t [N/mm ³]
2.10	4.20	5000	16.6

キーワード：打継面，非線形有限要素解析，2 面せん断試験

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL03-5734-2584 FAX03-5734-3577

3. 解析結果

破壊モードは一体型タイプとキー接合タイプが載荷板直下のコンクリートの圧壊，突合せタイプは接合部でのずれ破壊となった．図-5に各ケースの荷重-載荷点変位関係を実験結果と共に示す．一体型タイプでは概ね実験と同様の挙動を示しているが，突合せタイプでは実験とは大きく異なる挙動となった．これは打継面のモデル化(界面要素)が適切でなかったためと考えられる．また，キー接合タイプで剛性が実験と大きく異なったのは，突合せタイプと同様に接合面の剛性の評価が過大であったために，全体の剛性に影響を与えたものと推測される．しかし耐荷力は実験とほぼ同等となり，一体型タイプと同程度の耐荷力となった．

図-6に各ケースの最大荷重時のひび割れ性状図を示す．一体型タイプでは曲げひび割れがウェブ部中央下端より発生し，フランジ部からウェブ部全体にわたり斜めひび割れが発生した．突合せタイプにおいては接合部にひび割れが集中しているが，曲げひび割れも見られる．これより接合部における局所的なずれだけでなくウェブ部の曲げ抵抗力も耐荷力に関係することになり，最大荷重が実験結果よりも大きくなったと推測される．キー接合タイプではキーの存在により，ひび割れが一体型タイプよりもフランジ内部に分散したと考えられる．

図-7に各ケースの最大荷重時における圧縮主応力分布を濃淡で示す．これによると突合せタイプは特に接合部に応力が集中して分布しているのが分かる．また，キー接合タイプは一体型タイプに比べて応力の集中がフランジ内部にまで広がっていることが分かる．このようにひび割れ性状に表れていた傾向が主応力分布からも確認される．

4. 結論

(1)耐荷力に関しては一体型タイプとキー接合タイプでは実験と同等の評価をすることができたが，突合せタイプでは実験の耐荷機構を表現することができなかった．(2)解析によって各ケースのひび割れ性状を予測することができた．(3)主圧縮応力分布を求めることで応力の流れを捉え，実験における破壊のメカニズムを説明することができた．

謝辞 本研究は、JPC 技術協会プレテンションウェブ橋梁技術研究委員会（委員長 池田尚治）の研究の一環として行われたものであり，関係各位に感謝の意を表します．

参考文献 1) 谷川恭雄，畑中重光：応力下降域における

各種コンクリートの応力度-ひずみ度曲線の表示式，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.107-108，1979.9

2) 田辺忠顕，檜貝勇，梅原秀哲，二羽淳一郎：コンクリート構造，朝倉書店，1992

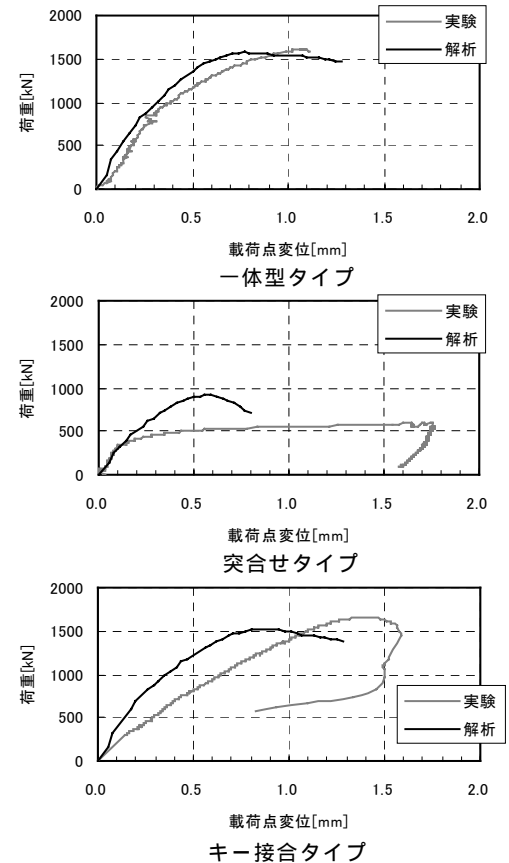


図-5 荷重-載荷点変位関係

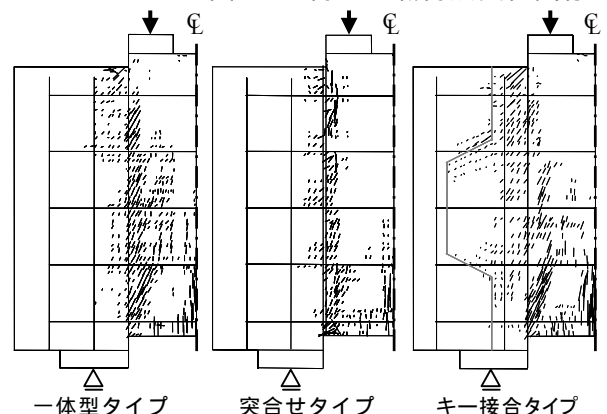


図-6 最大荷重時のひび割れ性状図

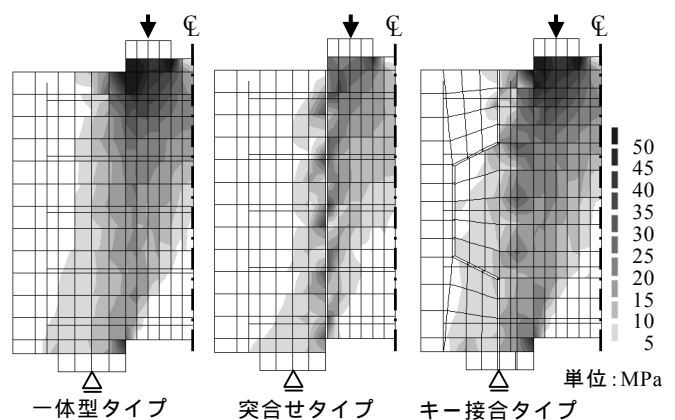


図-7 最大荷重時の圧縮主応力分布