外部拘束を受けるコンクリートはり部材の耐荷機構

大阪市立大学大学院 学生会員 〇松本 涼, 東京都 村西 俊樹 大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭 宏明, 角掛 久雄 ㈱CORE 技術研究所 正会員 中林 将之

1. はじめに

道路橋コンクリート床版の劣化現象として,床版内 部の鉄筋腐食が挙げられる.その新たな解決手段とし てカナダで,Compressive Membrane Actionの原理を利 用する提案がなされた¹⁾.これによると,床版内に鉄筋 を配置しなくても,床版自重や自動車荷重に耐えるこ とが可能となる.その原理とは,図-1 に示すように水 平方向を拘束した部材に鉛直荷重が作用すると,荷重 作用位置と水平方向拘束位置を結ぶ斜め方向に圧縮力

(以下, 圧縮束と呼ぶ)が生じて荷重に抵抗できるメ カニズムを指す.実際の道路橋では,図-1に示すよう に隣接する主桁上フランジに鋼製帯板の両端を溶接し, 外部から水平方向の拘束を与える.しかし,日本では, 関連する研究が少なく,その導入には有効性の確認が 必要である.ここでは,その基本特性を把握すること を目的とし,2次元問題として外部拘束されたコンクリ ートはり部材内に形成される圧縮束による耐荷機構に ついて模型実験と数値解析から,検討を行った.

2. 模型実験

外部拘束の有無と鉄筋の有無の二者を実験因子とした.供試体一覧を表-1 に示す.外部拘束用鋼製帯板が 有る供試体を S,無い供試体を N の記号を,一方,鉄 筋が有る供試体を R,無い供試体を F の記号で示した. これらを組合せて,実験供試体を 3 体作製した.その 一例を図-2 に示す.帯板とコンクリートを一体化させ るために,頭付きスタッド(6@φ16×h100)を帯板両支 点部上面に溶接している.表-2 に使用したコンクリー ト,鉄筋と帯板の材料定数を示す.載荷は,輪荷重相 当の大きさの帯板をはり中央に配置して与えた.帯 板底面と供試体上面の隙間を無くすために,帯板と 同寸法のクロロプレンゴムを間に挿入した.

その結果,表-3から,帯板がなく,従来のRCの曲げ 破壊を呈したNRと比べ,鉄筋の有無によらず,帯板に よる外部拘束を与えることで,耐力が大幅に向上した. これは圧縮束の形成による影響であると考えられる. 図-3に実験後のひび割れ性状 (SR と SF) に示す.両者 互いに異なる特徴的な性状を示した.SR は下縁からの ひび割れだけでなく,両支点上縁からひび割れが分散 して発生していることが確認できる.これは帯板によ る外部拘束により,両支点部に負曲げが作用したため である.一方,SF は鉄筋が配置されていないため,SR でみられたようなひび割れ分散はなく,SR と同じ領域 に局所的な大きなひび割れが進展・開口した.また,



	210	1/2	510	1700	200
П	ンクリート	材齢	圧縮強度	ヤング率	引張強度
		(day)	(N/mm^2)	(kN/mm ²)	(N/mm ²)
	NR	22	55.1	36.9	3.85
	SR	21	55.8	34.0	3.53
	SF	20	55.2	33.3	3.20

キーワード 外部拘束, 圧縮束, コンクリートはり部材, 耐荷機構 連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL06-6605-272

-45-

コンクリートの剥離やひずみの計測結果から,SRは全体的に同じ幅の圧縮束を形成したと見なせた.一方,SFはひび割れの無い位置では広がりをもち,局所的なひび割れ位置では狭い圧縮束を形成すると考えられる. 3.数値解析

前述の実験に対応する有限要素解析を解析プログラム FINAL²⁾により行った.解析モデル例を図-4に示す. コンクリートと帯板は平面応力要素,鉄筋はトラス要素を用いた.材料構成則として,コンクリートの圧縮 側は修正 Ahmad モデル,引張側は出雲モデル,鋼材は バイリニアモデルとした.また実験同様,コンクリー トと外部拘束用帯板の間には頭付きスタッド³⁾を,載荷 板と供試体の間にはゴム⁴⁾をモデル化した.解析に用い た材料定数は**表-2**と同じである.

得られた荷重-変位関係を図-5 に,強制変位 6mm 時 のひび割れ図および最小主応力図を図-6 に示す.図-5 から,SR は凡例に示すひび割れ発生や鉄筋降伏などの 発生位置を含めて荷重-変位関係を再現することがで きた.図-6(1)(a)のひび割れ図においても,図-3(1)と同 様な性状が得られた.一方,SF の荷重-変位関係は比 較的良好な一致を得たが,耐力を少し大きく評価した. これは解析では図-6(2)(a)のひび割れ図中の〇で示すよ うに図-3(2)と比べると,一部分散したためであると考 えられる. 圧縮束の形状にも鉄筋の有無による違いが 見られ,前述の模型実験から推定された形状と一致し ている.

4. 結論

実験結果より

- 外部拘束用帯板を配置することにより、負曲げに より両支点上面にもひび割れが生じた.
- 2) 鉄筋があると、ひび割れ分散を呈するが、無筋で は局所的なひび割れが生じ、大きく開口した.
- 外部拘束用帯板があると、圧縮束が形成され、その耐力は従来のRCの曲げ耐力を大幅に向上した.
 実験結果に対する数値解析結果より
- 4) 得られた荷重-変位関係・ひび割れ性状は実験の 観察結果と良好な一致を示し、数値解析手法の妥 当性が認められた。
- 5) 鉄筋の有無により、それぞれ異なる荷重-変位関係、ひび割れ性状、圧縮束の形状を示し、耐荷機構の違いが評価できた。

参考文献: 1) Mufti, A.A. et al.: Canadian Journal of Civil

Engineering, 20, pp.398-406, 1993. 2) 大林組技術研究 所:FINAL 使用手引書, 2011. 3) 土木学会: 複合構造 標準示方書[原則編・設計編],2014. 4) Cambridge University Engineering Department: Materials Data Book 2003 Edition, 2003.

