

第 I 部門

外部拘束されたコンクリート床版の力学的挙動

大阪市立大学

学生員

○松本 涼

大阪市立大学大学院

学生員

村西 俊樹

大阪市立大学大学院

正会員

鬼頭 宏明

大阪市立大学大学院

正会員

角掛 久雄

1. 研究背景

近年、土木構造物において様々な経年劣化の問題が顕在化している。例えば、道路橋コンクリート床版では、雨水または飛来塩分によって生じる床版内鉄筋の腐食による劣化の問題が挙げられる。そこで、カナダでは、Compressive Membrane Action (CMA, 圧縮膜機構、2次元場では圧縮束機構)を利用してコンクリート床版内の鉄筋を無くし、塩害による鉄筋の腐食問題を解決しようとする提案がなされた¹⁾。CMAとは図-1に示すように横方向に外部拘束されている状態の床版のような薄い部材に面外の鉛直方向の荷重(P)が作用すると、梁が横方向に移動しようとするが、横方向反力(R)が作用することで床版内に圧縮力(C)が生じて荷重に抵抗する力学的なメカニズムである。床版直下の両主桁間に外部拘束部材として帯鋼板を設けることで、主桁の橋軸直角方向の移動を拘束してCMAを効率的に生じさせることが可能である。

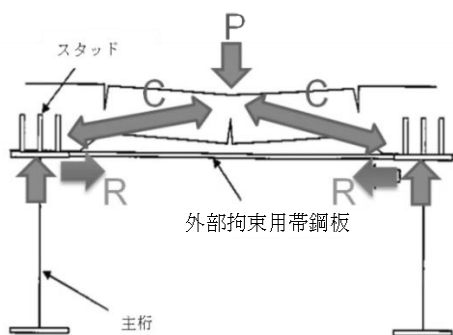


図-1 外部拘束された床版の断面と力の作用

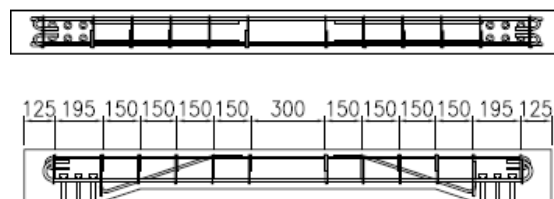
2. 研究目的

日本においても、CMAを利用した合成床版の検討がなされており、床版支持点の橋軸直角方向の水平移動を拘束することにより床版の疲労寿命が向上することが確認されている²⁾。しかし、日本では補強筋を大幅に減少する試みはなく、CMAを用いた床版の事例はカナダとアメリカで数橋しか報告されていないため、CMAを用いた床版の有効性は確認されていない。そこで、本研究では合成桁のRC床版を2次元問題に簡便化した梁型模型

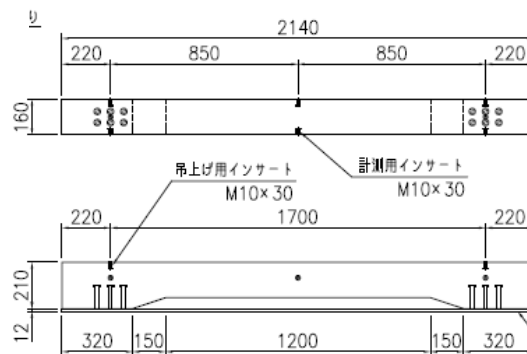
実験によって外部拘束によるCMAの効果を評価する。

3. 研究手法

力学的機構を簡便に検討するため、対象とする合成桁のRC床版を2次元梁モデルとして扱う。模型の寸法や鉄筋の配置など、FEM解析³⁾や道路橋示方書⁴⁾による耐力算定により、最大荷重や破壊形式を考慮して決定した。模型は、1)帯鋼板のない鉄筋コンクリート梁(NR)、2)帯鋼板のある鉄筋コンクリート梁(SR)、3)帯鋼板のある無鉄筋コンクリート梁(SF)の3体を製作した(図-2)。実験は3点対称載荷とし支間中央に240×160mm²の等分布荷重を与えた。帯鋼板とコンクリートは頭付きスタッド6@φ16×100mmを両支点部に配置し、剛な接合とした。計測項目は荷重、鉛直変位、鉄筋、帯鋼板とコンクリートの各ひずみとする。なお、帯鋼板のない無鉄筋コンクリート梁(NF)については、ひび割れが発生した時点で脆性的に破壊すると考えられるので、実験を行わず、耐力算定のみを行う。



(a)鉄筋配置上面・側面図



(c)供試体上面・側面図(帯鋼板あり)

図-2 実験模型の一例(単位:mm)

Ryo MATSUMOTO, Toshiki MURANISHI, Hiroaki KITO and Hisao TSUNOKAKE
ryo1814321@gmail.com

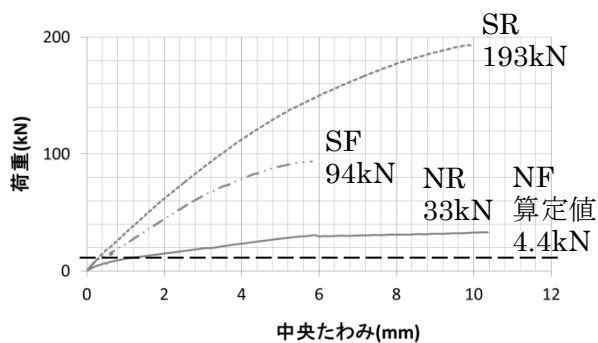


図-3 荷重と中央たわみの関係

使用した材料について、コンクリートの圧縮強度と弾性係数はそれぞれ 55MPa, 34GPa で、帯鋼板は SM400($t=12\text{mm}$)であり、鉄筋は上鉄筋, 下鉄筋, せん断補強筋としてそれぞれ D10(SD295), D13(SD345), D6(SD295)を用いた。

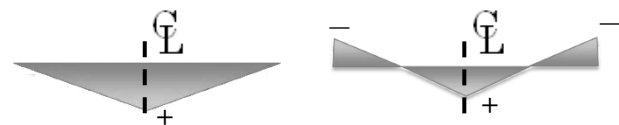
4.実験結果

(1)荷重と中央たわみの関係

荷重中央たわみ関係を図-3 に示す。耐力向上比(最大耐力の比率)に着目すると, SR と NR(鉄筋補強時の外部拘束効果)は 5.8 倍, SF と NF(鉄筋無補強時の外部拘束効果)は 21.4 倍, SR と SF(外部拘束時の鉄筋補強効果)は 2.1 倍となり, 外部拘束により耐力が 5 倍以上向上した。

(2)ひび割れ性状

図-4 に観察されたひび割れと分布領域を示す。いずれの模型でも, 概ね左右の対称性が認められたので, それぞれ左半スパンを示す。外部拘束効果について, 拘束のない NR は下面からのみひび割れが発生したのに対し, 拘束された SR と SF は下面と上面の両方からひび割れが発生した。これは, 外部拘束の有無に伴う曲げモーメント分布(図-5)の違いによるものと考えられる。次に, 鉄筋補



(a)NR・NF(外部拘束無し) (b)SR・SF(外部拘束あり)

図-5 曲げモーメント分布

強効果について, 鉄筋補強された NR と SR はひび割れが分散し, 最大ひび割れ開口幅は約 1mm 以下であった。それに対し, 無補強の SF は図-5(b)に示す正負の各最大曲げモーメント発生位置に局所的なひび割れ(図-4(c)参照)が発生し, その最大ひび割れ開口幅は約 3mm と顕著であった。

(3)コンクリートひずみ

図-6 にコンクリートの側面に貼り付けたひずみ計測結果を示す。外部拘束のない NR の上面は圧縮, 下面は引張となった。一方, 外部拘束された SR と SF は支点から載荷点にかけてのすべてのひずみゲージにおいて圧縮となった。このことから外部拘束によりひずみゲージ貼り付け位置に沿った圧縮束が形成されたと考えられる。

5.まとめ

外部拘束材として帯鋼板を配置することにより

- ・圧縮束の形成が認められた。
- ・耐力が 5 倍以上に向上した。
- ・外部拘束力により負曲げが生じ, 上面からひび割れが観察された。

鉄筋補強しない梁の場合

- ・局所的なひび割れが発生し, 大きく開口した。

【謝辞】本研究に対し, (株)CORE 技術研究所にご支援を賜りました。深謝を表します。

参考文献

- 1) Muhti A.A et al, : Canadian J. Civil Eng. Vol.20, No.3, pp398~406, 1993,
- 2) 泰ら: 土木学会論文集, No.787, pp.71~80, 2005
- 3) 大林組技術研究所: Final 理論マニュアル, 2011
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編, 2012

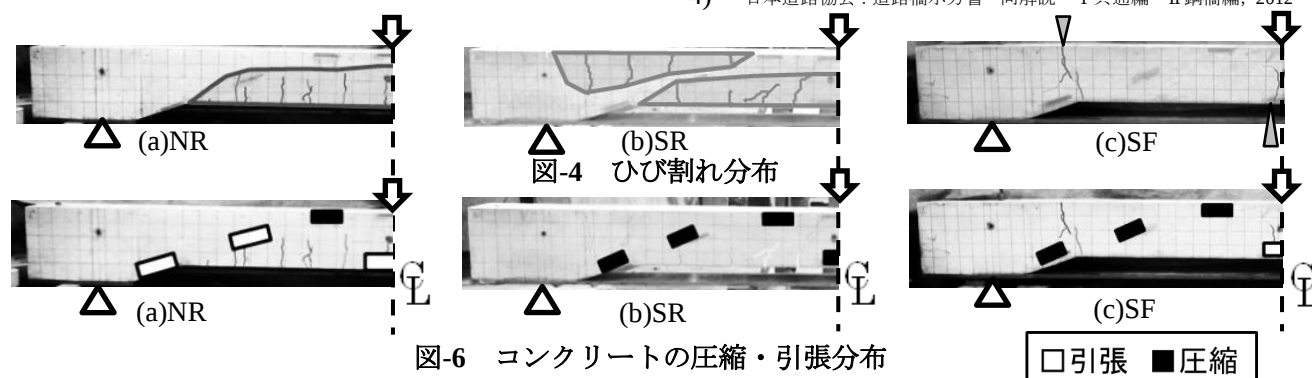


図-6 コンクリートの圧縮・引張分布