炭素繊維シート補強されたRC橋脚の経年劣化と耐荷特性に関する解析検討

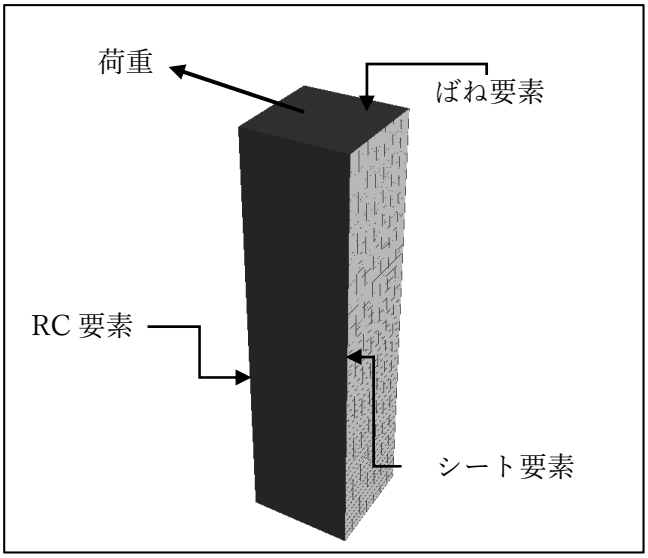
東北大学　学生会員　○石毛　恭平
東北大学　正会員　　内藤　英樹

1.　目的

平成７年の兵庫県南部地震以降，昭和55年より前の道路橋示方書による設計基準を採用した既設構造物を対象に様々な耐震補強が実施されてきた．耐震補強の中でもRC橋脚を対象に，軽量かつ高強度の炭素繊維シートやアラミド繊維シートを用いた繊維巻き立て工法が近年広く普及している．繊維巻き立て工法はエポキシ樹脂を浸透させ，硬化したシートを母材となるコンクリートに貼り付けるものであるが，初期施工不良や経年劣化によりシートが母材から剥がれ，浮くことが懸念されている．本論では炭素繊維シートにより補強されたRC橋脚を対象に，炭素繊維シートの様々な浮きパターンをモデル化し，その耐荷特性に関して解析検討を行った．

2.　解析モデル

本論では，図―１に示すようなソリッド要素，シェル要素，ばね要素を用いて炭素繊維シート補強されたRC橋脚をモデル化して解析を行った．RCは対称非線形等価均一要素とし，シートは線形シェル要素とし，これらをばね要素で接続した．浮きはばね要素を取り去ることでモデル化した．RC橋脚の高さは10000ｍｍとし，断面寸法は2500ｍｍ×2500ｍｍであり，シートは引張面にのみ貼り付けた．RC橋脚はシート補強前の無補強時水平耐力が水平震度0.3程度，補強後は水平震度0.6程度となるように作成した．なお自重は考慮しないものとした．



図－1　モデル図

3.　解析方法

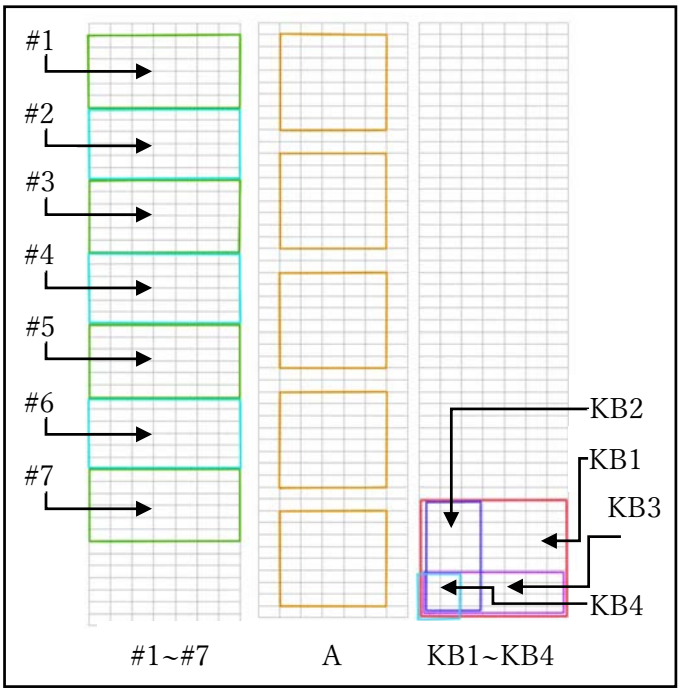
解析には汎用構造解析プログラムTDAP3を用いた．無載荷時を初期状態として，橋脚天端の節点に対して強制変位を漸増的に与えた．RC橋脚の降伏変位の３倍に達した（コンクリートの圧壊），もしくはシート要素が破断応力に達したステップを終局ステップと定義した．

4.　結果と考察

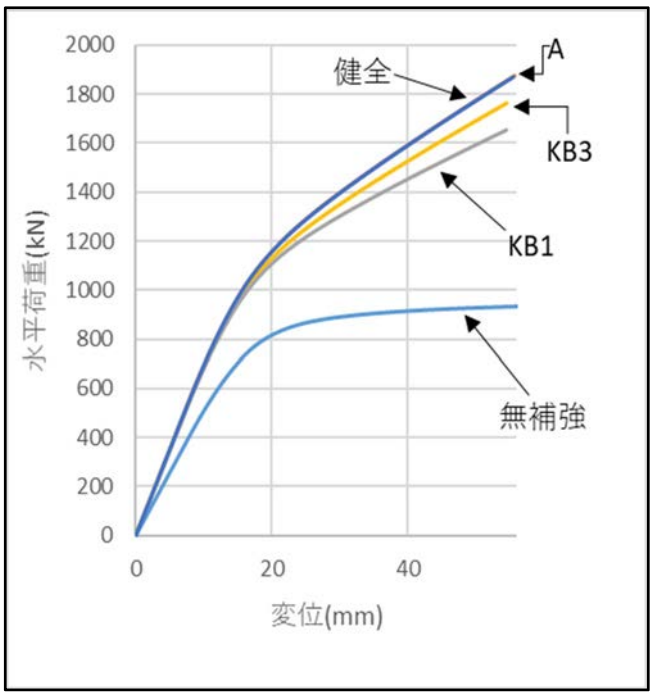
図－２に各モデルの浮きが生じている範囲を示した．参考文献1),2)の調査から基部周辺の浮きが確認されていることから，基部周辺に浮きが生じているモデルを多数設定した．また，表－１に各モデルの解析結果をまとめた．

基部周辺以外に浮きが生じている#1～#7では特筆するほどの耐力低下は見られない．これは浮きが生じているシートが周囲にある健全なシートと連続しているためにひずみを持ち，補強効果を発揮するためである．浮いているシートはその上下にある健全なシートの中間的で一様な応力を発

キーワード：炭素繊維シート，耐荷特性，FEM解析，経年劣化
連絡先：〒980-8579　宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学部建築・社会環境工学科
構造設計学研究室　022-795-7449



図－２　モデル浮き分布図



図－３　RC 橋脚の荷重変位関係

揮している．基部周辺の浮きが耐力に大きな影響を与えることも確認した．特に下端に浮きが生じている KB１，KB３では，浮いているシートはひずみを持たず補強効果を一切発揮しない．このため RC の圧壊がシートの破断に先行し耐力は大幅に低下した．

表－１　解析結果のまとめ

モデル	判定	終局荷重(kN)	水平震度	モデル	判定	終局荷重(kN)	水平震度
無補強	RC	936	0.30	#6	CFRP	1880	0.60
健全	CFRP	1880	0.60	#7	CFRP	1880	0.60
#1	CFRP	1880	0.60	A	CFRP	1870	0.60
#2	CFRP	1880	0.60	KB1	RC	1650	0.53
#3	CFRP	1880	0.60	KB2	CFRP	1720	0.55
#4	CFRP	1880	0.60	KB3	RC	1760	0.56
#5	CFRP	1880	0.60	KB4	CFRP	1830	0.59

5.　まとめ

① 基部周辺以外における炭素繊維シートの浮きが橋脚の耐力低下に与える影響は小さい．

② 基部周辺におけるシートの浮きが耐力に与える影響は大きく，下端において浮きが生じると RC の圧壊がシートの破断に先行し，耐力が大幅に低下する．

参考文献:

1)　野々村ほか：連続繊維シート接着による橋脚耐震補強工の変状調査，寒地土木研究所月報，No. 736，pp. 2-12，2014 月 9 月

2)　内藤ほか：北海道における繊維シート接着コンクリートの変状調査，寒地土木研究所月報，No. 692，pp. 11-19，2011 月 1 月

3)　鹿毛ほか：ＲＣはりのＣＦＲＰシートによる曲げ補強効果に及ぼす浮きの影響，コンクリート工学年次論文報告書集，Vol. 20，No. 1，pp. 425-430，1998 年 7 月