

鉄筋コンクリート充填鋼構造の橋梁

八戸工業大学 正会員 ○塩井 幸武
正会員 長谷川 明

1. 背景と目的

橋梁、特に高架橋は阪神大震災等、過去の大地震で崩壊や落橋などの致命的な機能喪失をしている。落橋に至らなくても部分的な損傷で長期間の通行止めなどの長期間の機能停止も見られる。その度に原因は想定外の地震力などと云われて橋梁管理者、設計者、施工者は免責になっている。

しかし、橋梁技術者には設計荷重以上の作用力に対しても、このような被災を避けて必要最小限の安全性を提供できる設計とすることが求められる。そのために橋梁構造全体をダクタイル（可塑的）で、レジリエント（回復力のある）な構造にしていく必要がある。すなわち、どのように大きな地震に対しても橋梁構造を保持し、早期に修復が可能な構造が必要である。

本文は上記の構造の開発を目指してきた八戸工業大学の研究経過を報告する。

2. 鉄筋コンクリートの限界

三陸はるか沖地震（1994年）、阪神大震災（1995年）では鉄筋コンクリート（RC）構造、鋼構造に大きな被害が生じた。写真一1、写真二は鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊である。写真三は鋼製橋脚の圧縮破壊である。せん断破壊には圧縮せん断破壊と曲げせん断破壊がある。図一1は圧縮力により生じるせん断応力は断面の中央部で最大となることを示す。図二の曲げモーメントとせん断応力による曲げせん断破壊はRC橋脚の破壊事例に多い。しかるに、せん断破壊の防止には帯鉄筋は拘束効果程度の役割しか果たさない。

本格的なせん断補強には写真四のように断面中心部にせん断補強筋が必要であり、その結果は図三のように最大荷重に到達後も崩壊することなく、荷重変位曲線は連続で低下して残留強度も確保している。理由は



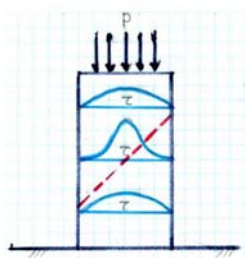
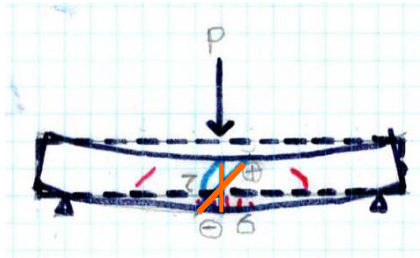
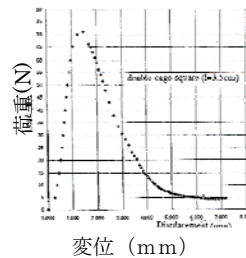
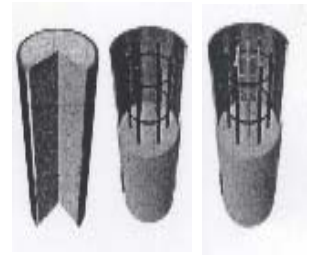
写真一 せん断破壊した橋脚



写真二 共役せん断破壊の橋脚



写真三 圧壊した鋼製橋脚

図一 圧縮力による
せん断応力と破壊面図二 曲げモーメントによる
せん断力と曲げせん断破壊図三 せん断補強した
荷重変位曲線図四 CFT, RCFT
(単鉄筋), RCFT(複鉄筋)

キーワード せん断破壊、せん断補強筋、複合構造、鉄筋コンクリート充填鋼管、エネルギー一定則

連絡先 〒031-0813 青森県八戸市新井田字松山中野場 33-38

TEL : 0178- 25-7724



写真-4 中央配筋、せん断破壊した試験体、せん断補強筋



写真-5 CFTとRCFTの曲げ試験体

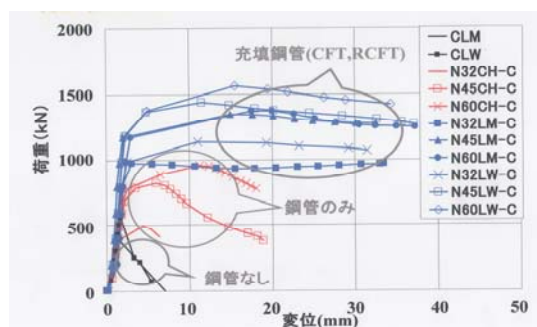


図-5 鋼管、CFT、RCFTの圧縮試験結果

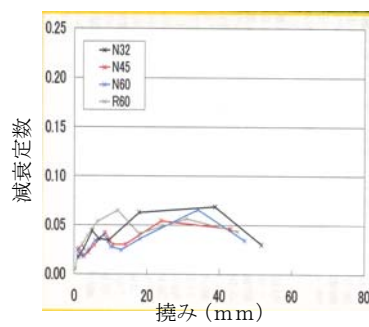


図-6 曲げ試験の減衰定数

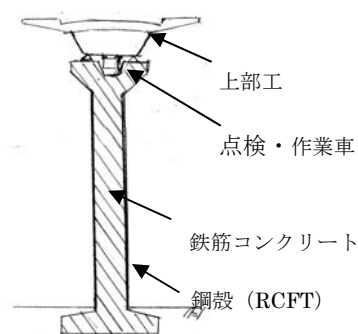


図-7 RCFTによる鋼橋脚

中心部のせん断補強筋の存在にあることは写真-4から明らかである。

しかし、耐荷力の最大値に限界があることから設計荷重を大きく越える作用力に対してエネルギー一定則を適用するには大きい靱性を必要とする。

3. 鉄筋コンクリート充填鋼管(RCFT)の特性

その方法としてコンクリート充填鋼管(CFT)とRCFTがあり(図-4)、RCFTは単鉄筋RCと中心部を補強した複鉄筋RCとした。その圧縮試験の結果が図-5である。RC(鋼管なし)や鋼管と比べてCFT、RCFTは強度を下げることなく大きな変形性能を発揮している。複鉄筋のRCFTが最大になっている。曲げ試験のヒステリシス曲線から撓み量に応じて算出した等価減衰定数は図-6に示すように、変形量に関わらず5%とすることができる。試験後に鋼管を剥いだコンクリート試験体(写真-5)からRCFTのひびわれは極めて小さく、復元力が大きいことも判明した。

RCFTの優れた特性を生かす構造として超高橋脚(図-7)やボウ・ストリング・アーチ(写真-6)が考えられる。RCFTとすることでコンクリート構造の限界を超え、どのように大きな作用力、変形にも耐えることができる。また、鋼構造の弱点である、座屈による耐荷力の限界、疲労、残留ひずみ、脆性破壊、腐食面積の縮小、騒音発生などの影響を緩和または解消することも出来る。RCFTの超高橋脚は耐震性を確保できるので都市高架橋の改善、深い谷越え橋梁、航路橋などに活用できる。通常のアーチ橋の部材に作用する荷重は圧縮力が主体であるが、ボウ・ストリング・アーチ橋の場合は圧縮力と曲げモーメントが同時に作用する厳しさがある。写真-6は支間200mのアーチ橋の1/20の模型橋であるが、アーチリブをRCFTにするとアーチで4割、橋全体で2割の鋼材の節減になることが判明した。



写真-6 RCFTによるボウ・ストリング・アーチ

4. まとめ

少子高齢化時代の中で未曾有の巨大地震にも必要最小限の安全性を確保でき、耐久性のある社会基盤施設を整備していく上で必要な設計手法を確立することが求められる。ここでは、RCFTを主体に高い変形性能を持つ構造物の可能性を提示した。なお、本文の根拠となった八戸工業大学での研究には社会人学生工藤浩君をはじめ、多くの学生諸君の尽力があったことを記し、深甚なる感謝を表する次第である。