既存橋梁における部材破損時の構造安全性に及ぼす影響

背景・目的

近年、海外において橋梁の崩落事故が数多く報告され ている。昨年には米国ミネソタ州ミネアポリス市郊外に ある州間高速道路(鋼3径間連続トラス)が崩落し13名 の犠牲者が出ている。尚、プレストレストコンクリート

(以下、PC)橋においても、PC鋼材が腐食により破 断し落橋するという事例が報告されている。そこで本研 究では崩落を未然に防ぐためには部材の破損により橋梁 全体にどのような影響が生じるかを事前に把握すべきで あると推測し、鋼橋とPC橋の部材破損による橋梁全体 の変位を算出し、解析により構造形式の異なる橋梁の比 較を行い、維持管理の際、モニタリングに活用できるよ う検討することを目的とする。

2.1 解析モデル

本解析では、既存の2橋梁を対象として解析する。解 析の対象とするPC橋は3径間PC箱桁橋、橋長全長 168.0m、支間長52.5m+63.0m+52.5m、幅員10.7m(PC 鋼材配置図を図・1断面図、図-2側面図示す。)の物を使用 し、鋼橋は上路式ゲルバートラス+鋼床版単純2箱桁、橋 長全長840.0m支点間ゲルバートラス100m+{30m+60m +(30m)+125m+(40m)}×2+単純箱桁:70m、幅員 30.5mである。解析にはUC-win/FRAME(3D)Ver.2 Advancedを使用し、PC橋全接点数を29、全要素数を

芝浦工業大学	学生会員	○安澤 翔
芝浦工業大学	F会員	魚本 健人
芝浦工業大学	正会員	勝木 太

2.2 解析手順

両橋梁モデルには道路橋示方書に基づき算出したL荷 重を載荷した。L荷重は部材全体に等分布加重として載 荷する。PC橋の解析手順としては、PCケーブルの破 断を模擬するためにプレストレス力を0とし、プレスト レス力を0としたPCケーブルをモデルに当てはめ解析 を行う。鋼橋の解析手順としては、部材の破断を模擬す るために部材のヤング係数を1/1000に減少させた部材を モデルに当てはめ解析を行う。

3 評価方法

PC橋ではケーブルを外側から1本ずつ切断し解析を 行い、コンクリートの圧縮ひずみが終局ひずみとなる設 計応力26 N/mm^2 (使用コンクリートの設計基準強度は $40N/mm^2$)を超えた時点、引張り側ではPCケーブル の引張り強さの限界である 1920 N/mm^2 を超えた時点、 鋼橋では解析手順に示した部材を1部材ごとに試行し、 引張り側は引張り強さである 490 N/mm^2 を超えた部材

(圧縮側は座屈)をNG部材としてそれぞれ考え、NG 部材が多い部材の中で構造安全性を保つことのできない 可能性のあるものを橋梁性能の限界と仮定し評価を行う。

4 解析結果と考察

PC橋のコンクリート曲げ圧縮応力のグラフを図-3 に示 す。



キーワード 橋梁、プレストレスコンクリート、フレーム解析ソフト 連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学院建設工学専攻 魚本研究室 TEL03-5859-8358 図-3 に着目すると、ケーブルが 8 本断裂したときのコ ンクリートの曲げ圧縮応力の最大値が本研究で規定した 限界応力である $26N/mm^2$ を超える部材が生じるため、 破壊に対する安全性能が保たれてなくなり崩落の危険性 が高くなると推測する。尚、ケーブルが 7 本断裂したと きの曲げ圧縮応力の最大値は限界応力である $26N/mm^2$ 以内であるために破壊に対する安全性能が 保たもたれていると推測する。ケーブルが 8 本破断した 際、最も影響を受ける要素 4 の変位を図-4 に示す。 図-4 に着目して確認 できることは矢印方 向にねじれが生じて いることが確認でき る。このことから推 測できることは片側



図-4 要素4 断面変位図

のケーブルが全て破断することにより、プレストレスカ の働いている片側のケーブルの影響によりねじれ生じ、 橋梁が崩落する可能性があると推測する。



図-6 トラス橋垂直材座屈時橋梁モデル

次に、トラス橋において健全時の橋梁モデルを図-5 に示 す。対象橋では左右対称であるため片側 3 径間部を作成 した。照査の結果、鋼材の引張り強さの 490 N / mm² を 超えた部材を多い順に 5 つ表-1 に示した。



表-1 引張り強さの限界を超えた部材数

表-1 より、他の部材に影響力を及ぼす結果となった部材 は垂直材、斜材、下弦材であることが認められる。3 部 材の中でも構造安全性に及ぼす影響度の高い順に並び替 えを行った場合、垂直材→斜材→下弦材の順序であるこ とを確認した。応力の最大となる支承部の垂直材である ことが確認できた。次に、最も他に影響を及ぼす結果と なった応力が最大となる支承部の垂直材の座屈モデルを 図-6示す。図-6に着目すると上部からの荷重載荷により、 解析でヤング係数を 1/1000 に減衰させた部材(支承部の 垂直材)に座屈が生じ、橋梁の中間部より二つに断裂し 崩落が起こる可能性があると推測する。

5 まとめ

本研究の結果、PC橋に関しては、片側のケーブルが断 裂することによりケーブルが断裂した径間にねじれが生 じ崩落に至る可能性があると推測することができる。し かし、対象橋では片側8本配置されたケーブルの内、 7本(左側3本、右側4本)まで断裂が生じても崩落ま では至らず破壊に対する安全性を保つことが可能である と推測する。鋼橋(トラス橋)では、最も応力が最大と なる支承部の垂直材に座屈が生じた場合、又は橋梁が損 傷を受けた場合、橋梁全体の構造安全性を保つことがで きず、崩落が起こる可能性があると推測する。解析を行 った構造形式の異なる橋梁を比較すると、PC橋は1本 のPCケーブルが断裂したとしても橋梁全体の崩壊に至 る可能性は低く、鋼橋(トラス橋)では特定の1部材(本 解析では最も応力が最大となる支承部の垂直材)が破断 することにより橋梁全体の構造安全性を保つことができ ず、崩落が起こる可能性が高いと推測できる。原因を算 出すると鋼橋(トラス橋)では鋼材のみで構成されてい るのに対し、PC橋ではPCケーブルの他、コンクリー トにより橋梁の構造を保つことができると推測する。確 認した結果を踏まえ、本解析では上記に記した結果を算 出することができたが、維持管理の際、解析をモニタリ ングに活用するにはサンプルとするデータが不足してい るため精度を向上させるためには構造形式のことなる橋 梁データを収集し、解析を行うべきであると推測する。