

三陸南地震による東北新幹線の被害

津吉毅¹⁾

1) 東日本旅客鉄道株式会社，建設工事部，構造技術センター，課長 博士（工学）
e-mail : tsuyoshi@jreast.co.jp

要約

本文では，平成 15 年 5 月 26 日 18 時 24 分頃発生した，宮城県北部付近を震源とするマグニチュード 7 の三陸南地震による東北新幹線のコンクリート構造物の被害状況を報告するものである。本地震においては，東北新幹線水沢江刺駅～盛岡駅に位置する 5 箇所 RC ラーメン高架橋に比較的大きな被害が生じた。被害の特徴として，損傷はラーメン高架橋の端部の柱に集中し，柱にはせん断ひび割れ（直角方向）とかぶりコンクリートの剥落が発生した。しかしながら，主鉄筋にははらみだしなどの大きな変状はなく，仮支柱を設置し，翌日夕方からは徐行にて営業運転を開始した。また，29 日午後には断面修復を終了し，通常速度での営業運転を開始した。

キーワード： 三陸南地震，東北新幹線，RC ラーメン高架橋，地震被害

1. はじめに

平成 15 年 5 月 26 日 18 時 24 分に発生した三陸南地震では，新幹線変電所に設置された地震計でも大きな加速度を記録し，直後から送電（運転）を停止した。その後，仙台～八戸までの東北新幹線については（延長約 280km），高架橋上からレールの点検，地上からは土木構造物の点検を行った。その結果，レールについてはほとんど変状がないことが確認されたが，構造物については，当日の夜間までに，高架橋柱にせん断ひび割れが生じ，かぶりコンクリートが剥落しているものもあることが刻々と判明してきた。当社としては，全力をあげ復旧工事を行ったが，徐行運転を再開するまでに約 24 時間を要し，所定の速度での営業運転再開は 29 日の午後となった。本文では，この三陸南地震による東北新幹線の主な被害状況について，RC ラーメン高架橋の被害状況および復旧工事概要を中心に報告する。

2. ラーメン高架橋柱の被害

図－1 に，三陸南地震の震源位置，沿線地震計での最大加速度の測定結果，比較的被害の大きかった高架橋の位置を示す。また，表－1 には，高架橋の主な諸元を示す。これらの高架橋は，いずれも宮城

県沖地震(昭和 53 年)前に竣工した高架橋で、設計は「全国新幹線網建造物設計標準(東北・上越・成田用)(国鉄) 1)」によっており、コンクリートの設計基準強度は 27N/mm^2 、帯鉄筋は柱中間部でD13が300mmピッチ、柱上下端でD13が150mmピッチとなっている。また、いずれの高架橋も、阪神大震災以降に実施されてきた「緊急耐震補強²⁾」の対象範囲外に位置しており、耐震補強をまだ実施していなかったものである。全体的な被害の特徴としては、被害が比較的大きい箇所は、すべての高架橋においてせん断スパンが他の中間柱よりも小さい、端部の柱に集中しており、ひび割れの状況からいずれの高架橋も線路直角方向に大きな水平力をうけたものと思われる。以下、個別の高架橋について被害状況を報告する。

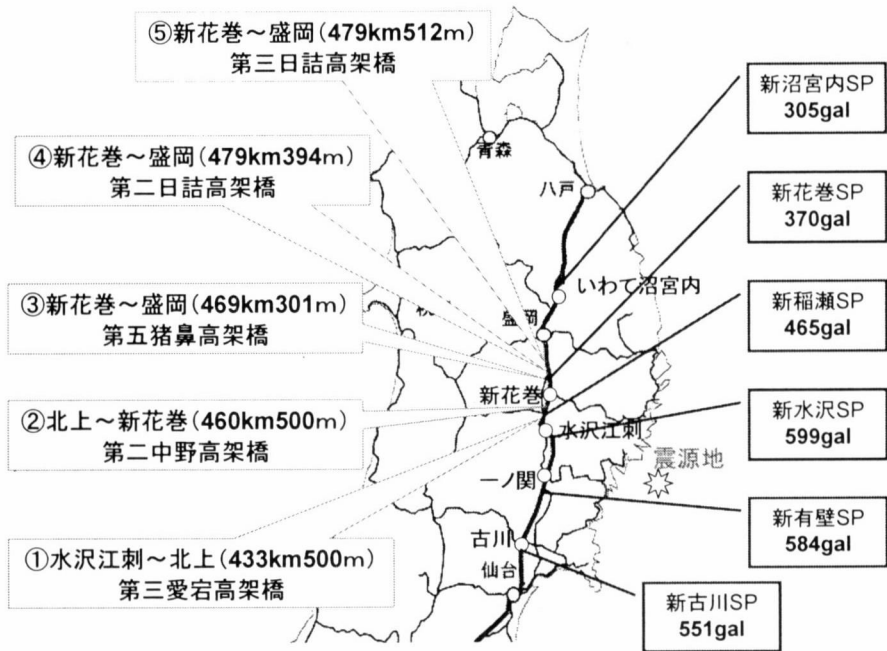


図-1 三陸南地震における東北新幹線の被害高架橋

表-1 高架橋の主な諸元

高架橋名称	ブロックNo.	高さ* ¹ (m)	柱断面(m)	端部柱高さ* ² (m)	中間柱高さ* ² (m)	直角方向スパン* ³ (m)	線路方向スパン(端部)* ³ (m)	線路方向スパン(中間)* ³ (m)
第三愛宕	R1	8.000	0.85×0.85	5.800	6.700	5.600	8.465	8.600
	R2	7.500	0.85×0.85	5.300	6.300	5.600	8.465	8.600
第二中野	R1	8.191	0.85×0.85	6.091	6.975	5.600	8.465	8.600
	R13	7.500	0.85×0.85	5.300	6.300	5.600	8.465	8.600
第五猪鼻	R14	7.500	0.85×0.85	5.300	6.300	5.600	8.465	8.600
	R15	7.500	0.85×0.85	5.300	6.300	5.600	8.465	8.600
第二日詰	R5	7.000	0.80×0.80	4.800	5.800	5.600	8.490	8.600
	R1	7.000	0.80×0.80	4.800	5.800	5.600	8.490	8.600
第三日詰	R1	7.000	0.80×0.80	4.800	5.800	5.600	8.490	8.600
	R2	7.000	0.80×0.80	4.800	5.800	5.600	8.490	8.600

*1 フーチング天端から上床スラブ天端までの高さ
 *2 フーチング天端から柱上部のハンチ下までの高さ
 *3 柱軸線間の長さ

2-1. 第三愛宕高架橋 (水沢江刺～北上間, 東京起点 433k500m)

本高架橋は、1層4径間直接基礎のラーメン高架橋で、特に被害が大きかったのはR1終点方の端部柱2

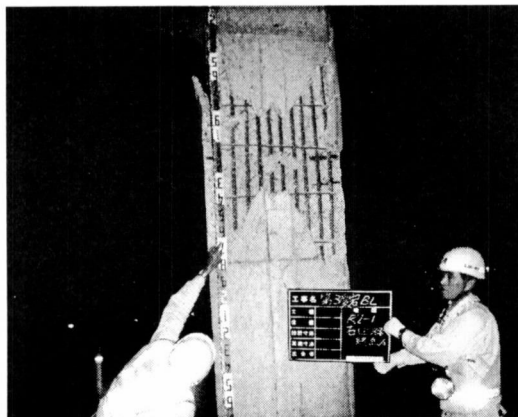


写真-1 第三愛宕端部柱の損傷状況



写真-2 端部柱の地中部の状況

本, R2 起点方の端部柱2本である。写真-1に被災直後の状況を示す。写真-1に示したように、柱

上部付近の線路と直交する面にせん断ひび割れが発生し、かぶりコンクリートが剥落した。なお、地中部は写真-2に示すように、ひび割れもほとんどない状況であった。また、中間柱については、写真-3に見られるように、



写真-3 中間柱の斜めひび割れ



写真-4 第二中野の損傷状況

線路直角方向の面に最大幅 1mm 程度のせん断ひび割れが生じていたが、コンクリートの浮きや剥落は見られなかった。なお、他の高架橋でも同様であるが、端部の柱にのみ被害が集中している。

2-2. 第二中野高架橋（北上～新花巻間，東京起点 460k530m）

本高架橋は、1層4径間直接基礎のラーメン高架橋で、R1 終点方の端部柱2本が比較的大きな損傷を受けた。写真-4に被災状況を示す。被災の状況については、第三愛宕高架橋と同様である。

2-3. 第五猪鼻高架橋（新花巻～盛岡間，東京起点 469k300m）

本高架橋は、1層4径間杭基礎のラーメン高架橋で、杭はRC杭（ $\phi=350\text{mm}$ ， $L=8.0\text{m}$ ）の群杭（1基礎（2柱）あたり杭本数24本）である。今回の地震では、

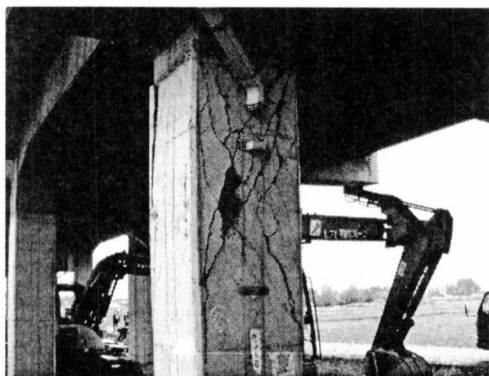


写真-5 第五猪鼻端部柱の損傷状況

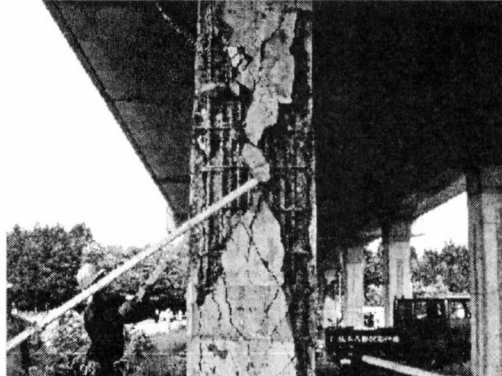


写真-6 R13 端部柱の損傷状況

被害の比較的大きかった柱本数が、当該高架橋で一番多かった。その内訳は、R13 高架橋の両端の柱4本、R14 高架橋の両端の柱4本、R15 高架橋起点方端部の柱2本である。そのうち、R15 高架橋起点方の端部柱2本には、線路と直交する面に比較的幅の大きいせん断ひび割れが生じ、柱の上端で若干かぶりコンクリートが剥落していた（写真-5）。また、他の柱については、被害状況は第三愛宕高架橋と同様であるが、R13 高架橋柱の起点方端部柱については、かぶりコンクリートを過去に何らかの理由でモルタルに打ち替えており、当該箇所でのかぶり剥落範囲が大きかった（写真-6）。いずれのブロックも中間柱については、線路と直交する面に幅 1mm 程度以下のせん断ひび割れが若干数発生していた。

2-4. 第二日詰高架橋（新花巻～盛岡間，東京起点 479k394m）

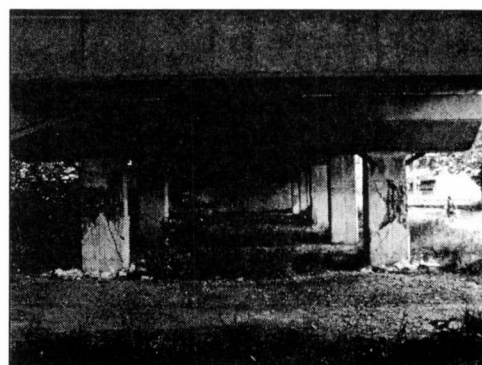


写真-7 第二日詰端部柱の損傷状況

本高架橋は、1層4径間杭基礎のラーメン高架橋で、杭はRC杭($\phi=350\text{mm}$, $L=10.0\text{m}$)の群杭(1基礎(2柱)あたり杭本数24本)である。本高架橋では、起点方端部の柱2本の被害が比較的大きく、第三愛宕高架橋と同様の被害状況であった(写真-7)。なお、中間柱についても、他の高架橋と同様に線路と直交する面に若干のせん断ひび割れが生じていた。

2-5. 第三日詰高架橋(新花巻～盛岡間, 東京起点479km512m)

本高架橋は、杭長が若干短いことを除き($L=8.0\text{m}$)、第2日詰高架橋と同じ構造形式である。本高架橋では、R1高架橋の終点方端部の柱2本、R2高架橋の起点方端部の柱2本の被害が比較的大きく、これらの柱には比較的大きなせん断ひび割れが発生し(写真-8)、R2起点方の右側(起点から見て)の柱では、柱上部のかぶりコンクリートが若干剥落していた。その他の中間柱には、軽微なせん断ひび割れが見られた。

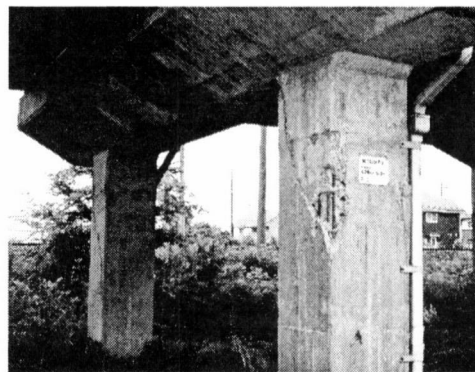


写真-8 第三日詰端部柱の損傷状況

3. 復旧工事概要

以上の被害状況から、かぶりコンクリートが剥落している柱についてもコアコンクリートは粉砕しておらず、鉄筋にも大きな損傷がみられなかったことから、鉛直荷重に対しては十分な安全性を有しており、また、断面修復を行うことで元々の耐震性は確保できると判断し復旧方法を定めた。最初に、応急措置として、被害のあった端部の柱には、鉛直荷重に対する安全性をより担保した状態とするため、仮支柱を設置した(写真-9)。この状態で、70km/hの徐行運転にて営業運転を再開(27日夕方)した。その後、かぶりコンクリートが剥落していない端部柱に

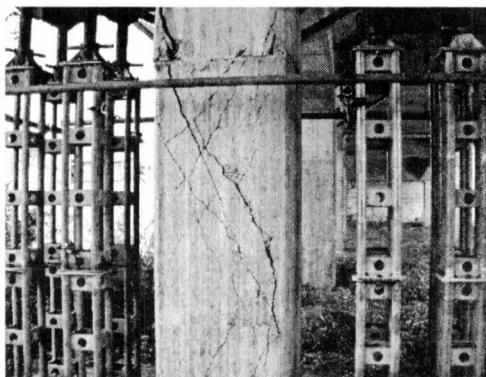


写真-9 仮支柱設置状況



写真-10 ひび割れ注入状況

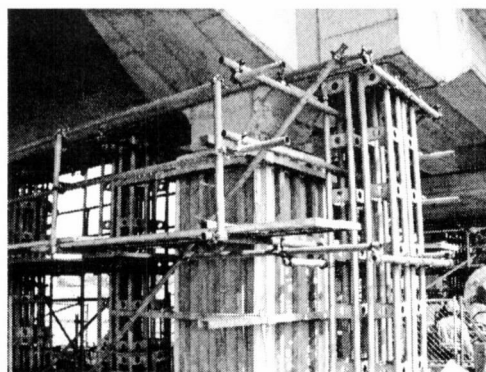


写真-11 断面修復型枠設置状況



写真-12 断面修復後の状況

きると判断し復旧方法を定めた。最初に、応急措置として、被害のあった端部の柱には、鉛直荷重に対する安全性をより担保した状態とするため、仮支柱を設置した(写真-9)。この状態で、70km/hの徐行運転にて営業運転を再開(27日夕方)した。その後、かぶりコンクリートが剥落していない端部柱に

ついで、ひび割れに樹脂注入を行った(写真-10)。かぶりコンクリートが剥落した端部柱については、浮いているかぶりコンクリートを除去

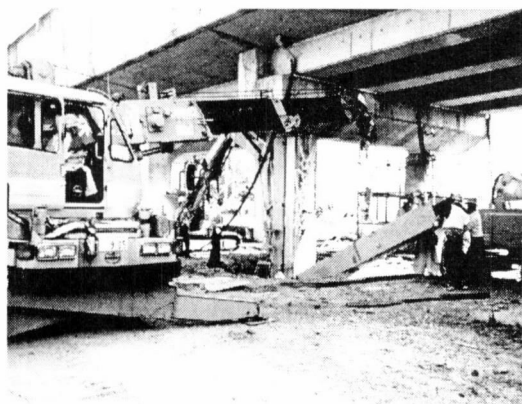


写真-13 鋼板巻き補強施工状況



写真-14 鋼板巻き補強施工状況

したのち、コアコンクリートのひび割れへの樹脂注入、断面修復を行った(写真-11,12)。樹脂注入・断面修復を行った後、列車走行時の高架橋梁の鉛直変位の測定により、走行安全性を確認しながら、徐々に営業速度を向上させ、29日午後には、通常の営業速度(当該区間では260km/h)で運転を再開した。

また、被害の比較的大きかった端部柱以外の柱のひび割れに対しても、随時、樹脂注入を行い、被害の比較的大きかった端部柱については、引き続き鋼板巻き補強を施工した(写真-13,14)。

4. おわりに

5月26日の三陸南地震による東北新幹線の被害について、被害のあった水沢江刺～盛岡間のラーメン高架橋の被害状況および復旧工事概要について報告した。当社では、「緊急耐震補強」終了後(新幹線は平成10年度、在来線は平成12年度に終了)も、必要箇所については鋭意耐震補強を進めてきたところであるが、今後は、さらに精力的に取り組むこととし、7月10日には、今回被害をうけた箇所を含め、東北新幹線、上越新幹線の「緊急耐震補強」エリア対象外の構造物についても耐震補強工事を開始した。最後に、今回の地震に際し、早期復旧のためご尽力いただいた関係各位に感謝申し上げ謝辞といたします。

参考文献

- 1) 全国新幹線網建造物設計標準(東北・上越・成田用)、国鉄、昭和47年
- 2) 鉄道施設耐震構造検討委員会の提言に基づく鉄道構造物の耐震性能に係る当面の措置について(関鉄技一第128号)、関東運輸局、平成7年8月3日

Damage of RC Rigid Frame Structures on Tohoku Shinkansen Line by Sanriku-Minami Earthquake

Takeshi Tsuyoshi¹⁾

1) Group leader, Structural Engineering Center, Construction Depot, East Japan Railway Company, Dr.Eng.

ABSTRACT

RC rigid frame structures at the Tohoku Shinkansen Line damaged by Sanriku-Minami Earthquake occurred on 26th, May, 2003. Cover concrete of columns dropped at the five structures between the Mizusawa-Esashi station and the Morioka station. This paper reports the outline of damage conditions of RC rigid frame structures.

Key Words: Sanriku-Minami Earthquake, Tohoku Shinkansen Line, RC Rigid Frame Structure, Damage by earthquake