

東北地方被災地調査報告

早稲田大学 関研究室 修士 2 年 半司 淳弥
早稲田大学 関研究室 修士 2 年 朝瀬 康平
早稲田大学 関研究室 修士 2 年 久村 悠人

1. 調査目的

関研究室では普段コンクリートの塩害などの環境や材料といった要因を対象として構造物の耐久性や安全性を研究しているが、実際に研究の一環として被害にあったコンクリート構造物を見学する機会は少ない。また今回の被害調査では材料や環境に起因する被害ではないが、コンクリート構造物として重要な地震や津波に対する耐久性、安全性なども確認しておく必要がある。

そこで今回の被災地調査では主にコンクリート構造物を対象に地震や津波の影響でどのような被害を受けているかを直接確認し、今後土木の分野で取り組むべき課題に触れることで、研究の参考にすることを目的とする。

2. 調査対象

今回は宮古から仙台まで国道 45 号線を海岸沿いに 2 日間に亘って調査した。表 1 に行程表を示す。今回の調査では主に道路橋や鉄道橋を中心に調査した結果、道路は比較的復旧されているが、海岸沿いの鉄道施設は被害が大きく未だ復旧の目処がついていない状況であった。そこで本報告では鉄道橋の被害状況についての報告とする。

表 1 行程表

1 日目	2 日目
宮古市	大船渡市
山田町	陸前高田市
大槌町	気仙沼市
釜石市	石巻市

3. 調査結果

3.1 津谷川橋梁

位置：JR 気仙沼線陸前小泉駅西側で津谷川上流（湾口より約 2km）

形式：単純 PC 桁橋

被害の概要を図 1 に、被害全景を図 2 に示す。図 1、図 2 に示すように、津谷川に架かる 6 径間分の PC 桁が落橋し、橋脚は元の形を保っているものもあったが、ほとんどは首折れまたは上流側に横倒れていた。

橋脚天端に遺された沓座固定用アンカーボルトの破壊状況を図 3 に示す。PC 桁を飛ばされた結果、下流側のボルトは上方向に引抜かれ、上流側のそれは引抜きに加えて上流側に傾いていた。ここから、津波によって PC 桁には水平力に加えて上向き力が作用し、橋脚天端で回転しながら回転モーメントによって引抜かれ、最後は水平方向力によって上流側ボルトがねじ曲げられたことを予想させる。今後、橋梁桁への津波力を推定することが大変重要になるが、そのための一つの状況証拠となる。

横倒れした橋脚を図 4 に示す。破壊状態は、基部曲げ破壊型の様相を呈している。橋脚基部は打ち継ぎ部で開口し、鉄筋が抜け出し、または破断している。破壊した橋脚は全て上流側に傾いていることから、津波力によると考えられる。桁の流出は橋脚が倒壊した結果としてなのか、あるいはそれ以前に流出したのかは不明であった。



図1 被害の概要



図2 被害全景



図3 支承固定用ボルトの変形



図4 横倒れした橋脚

3.2 竹駒駅付近の鋼桁橋

位置：JR 大船渡線陸前矢作～竹駒間の竹駒駅周辺（湾口から約 5km）

形式：多径間鋼桁橋

被害の概要を図 5 に示す。図 5 に示すように、4 基の橋脚が破壊、その破壊された橋脚の上部の鋼桁は津波で流されていた。鋼桁は倒壊した橋脚の上流側に、そして残りの鋼桁は 343 号線の橋梁直下まで流出していた。

図 8 に倒壊した橋脚を示す。4 基の橋脚のうち、3 基は水平打ち継ぎ面と思われる断面からダルマ落し状に倒壊し、1 基はフーチング部分から上流側に根こそぎ倒壊したものがあつた。図 9 には橋脚の破壊断面を示すが、無筋である。

橋脚の倒壊は地震力によるものではなくおそらく津波力によるものであると考えられる。全ての橋脚が倒壊してはいないこと、また倒壊した橋脚は全て上流側に倒れこんでいること、水平打ち継ぎ面を有する橋脚は無筋構造であること、上流に流出した鋼桁は比較的原型を保っていること等を勘案すると、津波力によって橋脚が倒壊し、その後上部桁が流出したというのが可能性の高いシナリオとして想定されるが、今後の分析課題である。また、橋脚の倒壊が先か、鋼桁の落橋が先かということは不明であつた。

さらに当橋梁の上流側の付近に道路橋もあつたが、そちらの桁は流出しておらず、橋脚も健全な状態で残っていた。大きな差異は橋梁高さである。当橋梁の被害状況から見て橋梁上部工を遥かに凌ぐ津波高さであつたと思われる。



図 5 被害の概要



図6 被害全景



図7 倒壊しなかった橋脚



図8 倒壊した橋脚



図9 橋脚の倒壊断面

4. まとめ

地震が起きた際に鉄道橋梁に必要とされることとして以下の3つがある。

- ① 地震を一刻も早く察知し列車を停止させること
- ② 倒壊しない耐震性を有していること
- ③ 脱線しても列車が構造物から落ちない構造にすること

しかし、今回は津波による被害が甚大であり、この3つに加えて津波に対する対策を改める必要があると感じた。今回特に多かったのは、橋脚は健全な状態で残っていても、桁が流されているケースであった。海岸付近の鉄道橋梁に対しては、津波による水平力と上向き力を考慮した浮き上がりに抵抗できる設計が必要である。つまり、桁と橋脚をさらに固定し、桁が津波によって受ける回転モーメントに耐え得る構造にすることである。

また、今回多くの橋梁の被害を確認して感じたのはRC橋脚が比較的健全な状態で残っているのに対し、無筋の橋脚は完全に倒壊しているケースが多かったことである。海岸付近の構造物にはこういった点も留意する必要があると考えられる。

さらに、高さの異なる橋梁で被害状況が全く異なったことから、構造物の高さと被害の関係、さらには高さ方向の津波力についても今後分析する必要があると考えられる。