

東北地方太平洋沖地震における最大地動速度 (PGV) と高架橋上電柱の損傷

東日本旅客鉄道 (株) 構造技術センター	正 会 員	○草野 英明
東日本旅客鉄道 (株) 構造技術センター	フェロー	野澤伸一郎
東日本旅客鉄道 (株) 構造技術センター	フェロー	築嶋 大輔

1. はじめに

2011年3月11日に発生したM9.0の東北地方太平洋沖地震では、東北新幹線の高架橋や橋梁上の電柱が折損・傾斜し、復旧に多くの時間を要した。既往の調査¹⁾では、今回被害を受けたコンクリート製電柱の折損状況について、電柱の設置条件から比較を行ったが、電柱の電柱基礎構造による比較ではモルタル基礎の場合の折損率が高く、土木構造物の種別、地盤種別で比較した場合は高い相関性が見られなかった。そのため本報告では、広範囲にわたり被害を受けた電柱の損傷区域（大宮～いわて沼宮内）における電柱基礎構造および、主な損傷地区における最大地動速度 (PGV) による損傷の違いをそれぞれ考察し、その結果について報告する。

2. 被害概要

3月11日の本震における電柱の被害は、図-1に示すように大宮～いわて沼宮内の延長500km以上の広範囲で発生している。大宮からいわて沼宮内間の電柱は17,418本あり、内訳は鋼管柱が910本、鉄柱1,340本、コンクリート柱が15,168本である。このうち被害を受けたのは大半がコンクリート柱で、すべて高架橋上に建植されており、写真-1のような折損が本震では120本発生した。

3. 最大地動速度 (PGV) マップ

今回の検討に利用した最大地動速度マップ²⁾は、産業技術総合研究所が地球観測グリッド (GEO Grid) 上に防災科学技術研究所の強震観測網 (K-NET, KiK-net) の地震観測記録を利用して最大地動速度 (PGV) 分布を表示したもので、マップ上のメッシュ間隔は250mとなっている。また、電柱折損位置は、折損した電柱のキロ程から座標値を算出し、その座標値を入力することで最大地動速度マップ上に表示させている (図-1)。

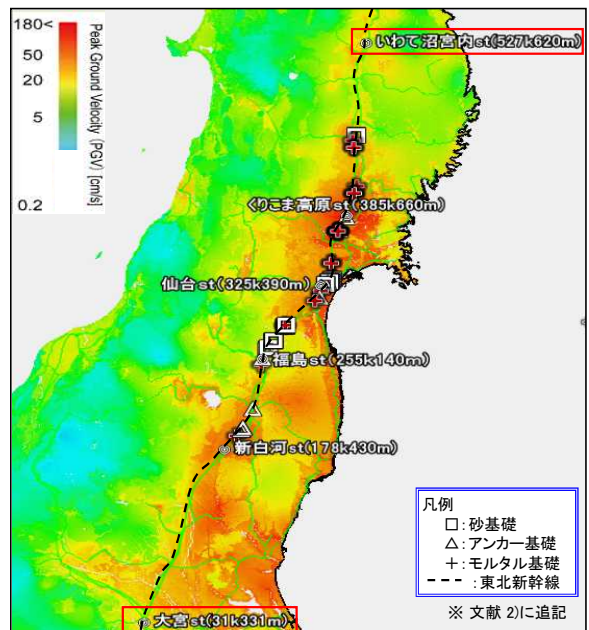


図-1 折損したコンクリート製電柱被害分布



写真-1 折損したコンクリート製電柱

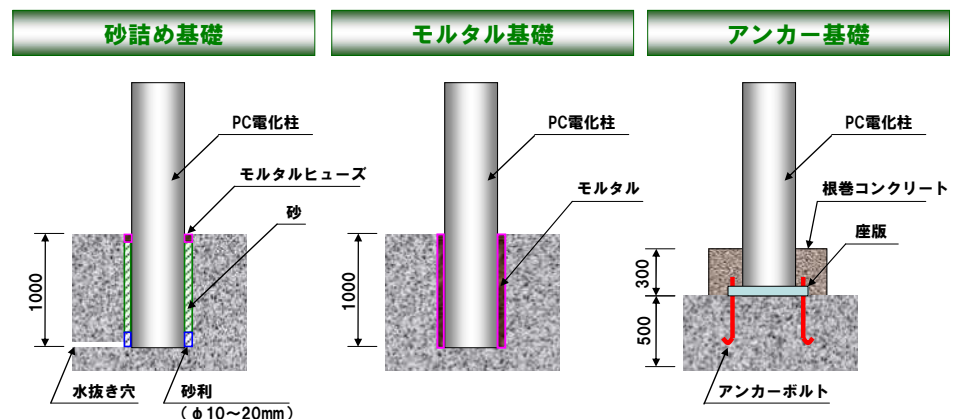


図-2 電柱基礎構造種別

キーワード 地震 電柱被害 最大地動速度 (PGV)

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道 (株) 構造技術センター TEL 03-5334-1288

4. 電柱基礎構造種別の違いと折損率（全体）

今回調査対象とした大宮～いわて沼宮内間におけるコンクリート柱は 15,168 本あり、折損した数は 120 本であった。電柱基礎構造種別（図-2）と折損した電柱の関係は表-1 に示すように、アンカー・モルタル基礎の場合が砂基礎と比較し若干高い。これはモルタルによって電柱の基部が拘束され、揺れに対する減衰効果が砂基礎と比べて小さいことが原因としてあげられる。一方で、減衰効果が高いと言われている砂基礎も被害を受けているのは、砂が湿潤状態で電柱の揺れにより充填された砂が圧縮され、電柱の周囲に空隙ができやすい場合や、砂の量が減少している場合は減衰効果が小さくなるためと推定される³⁾。

5. 最大地動速度の違いと折損率（主な損傷地区）

電柱の主な損傷地区（白石蔵王付近・仙台付近・古川～くりこま高原付近）における電柱建植位置の最大地動速度の違いによる折損箇所は、図-3 に示すとおり、色の濃い箇所（50kine 程度）におおむね集中しているため、最大地動速度の高い地域に建植されている電柱の方が折損箇所は多くなる相関関係が確認できた。また表-2 に示すとおり折損率についても最大地動速度が高い方が高くなる結果になり、基礎形式の違いについては最大地動速度に関わらず、砂基礎と比べアンカー・モルタル基礎の方が若干高い結果となったが、砂基礎の明らかな優位性までは確認できなかった。

6. まとめ

今回被害を受けたコンクリート製電柱の折損状況について、電柱基礎構造種別および最大地動速度（PGV）から比較を行ったが、電柱基礎構造種別による比較では全体および主な損傷地区共にアンカー・モルタル基礎の場合の折損率が砂基礎と比べて若干高くなる結果となった。また最大地動速度（PGV）から比較した場合、最大地動速度の高い区域では高い折損率になる相関関係が確認できた。今後は、将来発生すると想定される大地震に対して電柱の耐震化を進め、鉄道の安全性を更に向上させたいと考えている。

参考文献

- 1) 草野英明, 野澤伸一郎, 岩田道敏: 東北地方太平洋沖地震による高架橋上電柱の損傷に及ぼす土木構造物や地盤等の影響, 平成 24 年土木学会年次講演, I-253, 2012. 9
- 2) 産業技術総合研究所: GIO Grid 災害対応タスクフォース, <<http://disaster.geogrid.org/quake>>
- 3) 草野英明, 渡辺一功, 岩田道敏, 築嶋大輔: 砂基礎PC電柱の振動台試験による応答特性, 東日本旅客鉄道株式会社, SED No. 40, pp. 36-45, 2012. 110

表-1 電柱基礎構造によるコンクリート製電柱折損率

電柱本数		折損率（本震）
全体	基礎構造種別	
15,168	砂基礎：4,621本	34本 / 4,621本 = 0.736%
	アンカー・モルタル基礎：10,547本	86本 / 10,547本 = 0.815%

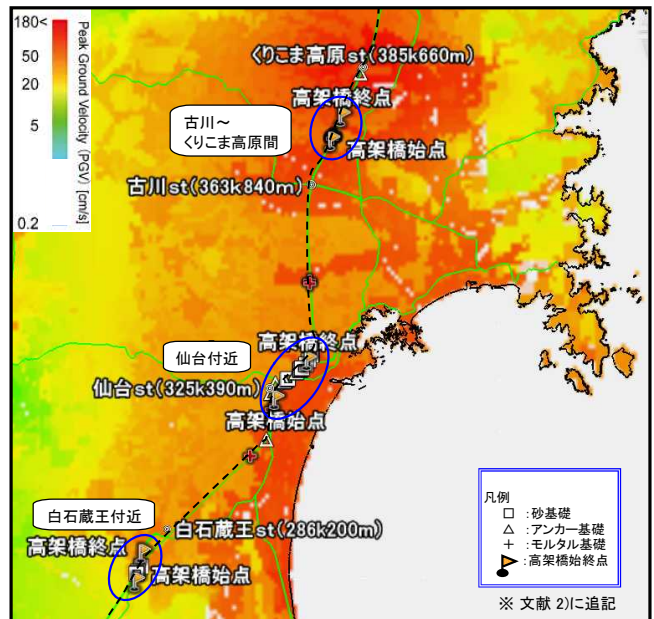


図-3 電柱折損被害分布(主な損傷地区)

表-2 最大速度による折損率(主な損傷地区)

最大地動速度	基礎構造種別	建植本数	折損本数	折損率
50kine程度	砂基礎	208	20	9.6%
	アンカー・モルタル基礎	309	34	11.0%
	合計	517	54	10.4%
20kine程度	砂基礎	103	3	2.9%
	アンカー・モルタル基礎	136	5	3.7%
	合計	239	8	3.3%