

最大応力記憶杭の開発

自己診断機能を有する健全度モニタリング杭

Development of Concrete Pile Memorizing Maximum Stress

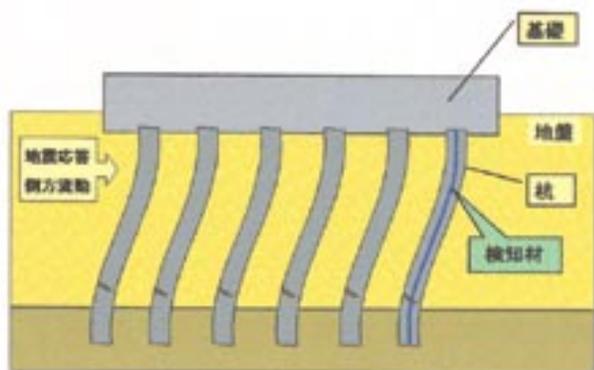
Self-Diagnosing Concrete Piles for Health Monitoring

(電力技術研究所 第五G 構築T)

地震によって構造物がどの程度損傷を受けたかを調べる健全度診断は、復興時の重要な調査項目となる。倒壊を免れた構造物でも目視で確認できない内部損傷があり、地下構造物、特に建物の杭基礎は実際に掘り出さないと健全度が確認できない。そこで、地震時に受けた大きな変形などを残留電気抵抗として記憶できる新しい検知材を開発した。その検知材をコンクリート杭に適用し性能試験を行った結果、健全度診断が可能であることが判明した。

1 開発の背景と目的

兵庫県南部地震や台湾集々地震は一瞬にしてライフラインを始め、ありとあらゆる構造物を破壊し、甚大な被害と多数の犠牲者をもたらした。そして復興にあたり、倒壊を免れた構造物や、地下構造物の健全度と安全性の評価手法が必要となってくる。地下の構造物は実際に掘削して目視で確認するか、健全度診断のための調査を実施する必要がある、時間と労力を要する。そこで、構造物の基礎として多く用いられている「杭」の健全度を地震が発生した後で容易に短時間で判断するための検知材(センサー)を開発し、杭の中に入れることによって、その杭が破壊されているかどうかの診断が可能な杭を開発した。



第1図 杭の健全度診断

(Construction Engineering Team, Group 5, Electric Power Research and Development Center)

After a major earthquake, the evaluation of structural health to determine how much damage a structure has sustained from the earthquake is one of most important survey items. Structures that have not collapsed may have internal damage that cannot be determined visually. The soundness of underground structures, especially that of pile foundations, cannot be confirmed unless they are dug out into view. To solve these problems, we have developed a self-diagnosing material that is capable of memorizing large deformations caused by an earthquake as residual electrical resistance. We made a concrete pile using this self-diagnosing material, and confirmed its ability to evaluate its own structural health by carrying out a performance test.

2 記憶杭の特徴

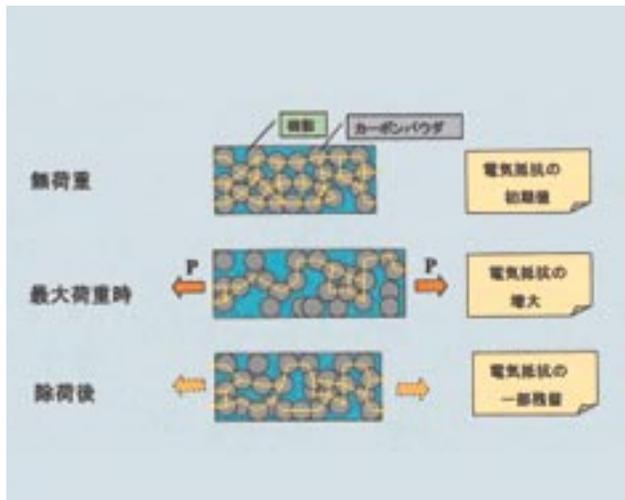
今回開発した検知材は、炭素粉末又は炭素繊維をプラスチックに混入させ、グラスファイバーで補強して細長い線状に成形したものである。その材料自身の電気抵抗の変化(増加)を測定することによって、健全度診断が可能となった。また、この電気抵抗の増加は一度発生すれば完全に元に戻ることはなく、長時間保持することができるため、常時モニタリングする必要がなく地震が発生した後で計測すれば良い。更に、杭の全長に渡って1本だけ設置することにより杭の局部的な破壊も検知可能となる等の特徴がある。

一般に構造物の杭は単独で用いられることはなく、数十本～数百本単位で地中に設置される。地震時の液状化等によって被害が発生した時、これらの杭はすべて同じ様な挙動を呈するため、全数の杭の1本ないし数本に健全度診断のための検知材を入れておくことによって、全体の杭の健全度が推定可能となる。このため検知材を導入した杭自体は割高になるが、杭全体的には経済的に診断することができる。

3 健全度診断メカニズム

検知材に混入された炭素は電導性を有しているため電圧をかけるとある電気抵抗値を示す。この検知材が外力によって変形を受け歪が発生すると、検知材の中の炭素粒子同士が接触していたものが部分的に離れ、電流のパスが遮断され電気抵抗が増加する(第2図参照)。この電気抵抗の変化を測定すれば杭が変形していると判断できる。また荷重が取りのぞかれても、この電気抵抗は完全に元に戻らず残留するた

め、地震等が発生した後に電気抵抗を測定するだけで、短時間に容易に歪を受けたことを診断することができる。

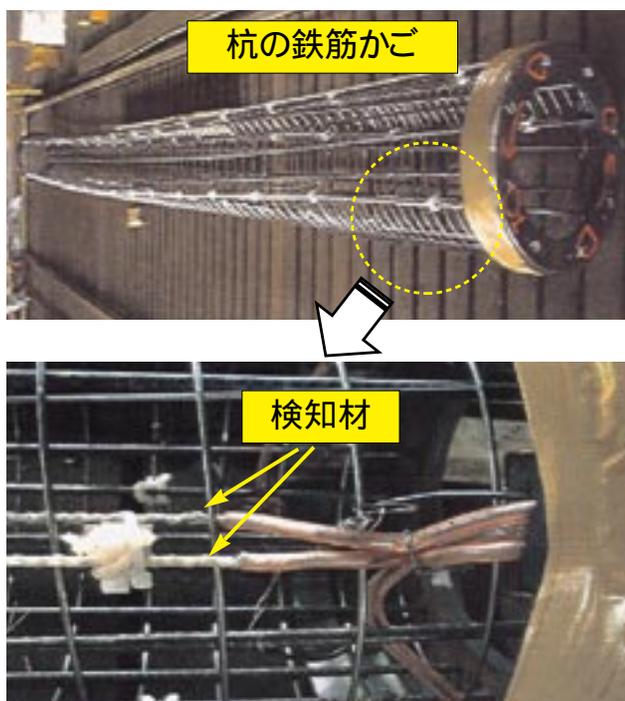


第2図 健康度診断メカニズム

4 研究の成果

プラスチックに炭素粉末(Cp)を入れたものと炭素繊維(Cf)を入れたものの2種類の検知材を作成し、第3図のように杭本体へのコンクリート打設前の鉄筋かごに沿って設置する。この鉄筋かごを型枠に入れコンクリートを流し込み杭を製造する。この杭を第4図に示すような曲げ試験を行った。試験は繰返し荷重を行い、荷重パターンとその時の電気抵抗の変化率(R)を第5図に示す。

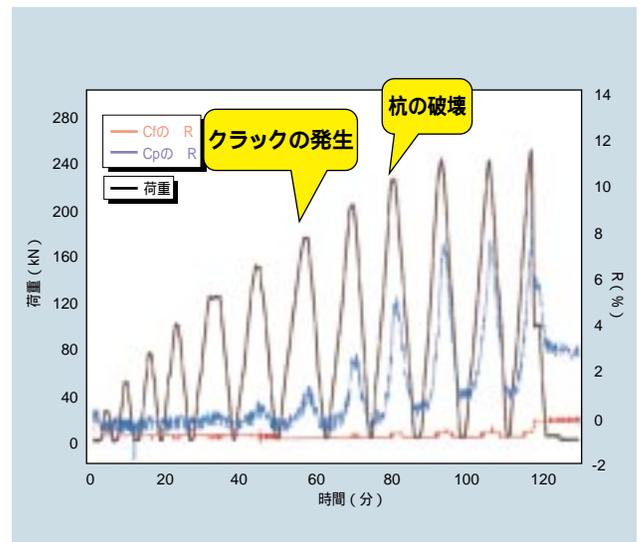
この図から分かるように炭素粉末を入れた検知材



第3図 コンクリート打設前の鉄筋



第4図 杭の曲げ試験



第5図 荷重パターンと電気抵抗の変化率

(Cpの R: 青線)は、クラック発生の少し前の荷重レベルから電気抵抗が増加し始め、杭が破壊した時点で残留抵抗が発生する。炭素繊維を入れた検知材(Cfの R: 赤線)は炭素粉末に比べ感度が鈍く、杭が破壊して初めて抵抗が増加します。このように杭が破壊すれば残留抵抗が発生し、事後に計測することによって破壊検知が可能となった。

5 今後の予定

今後、杭にクラックが発生したり、あるいはそれ以前の微小歪の段階から残留抵抗が発生するように感度を向上させ、実施工に使用する予定である。



執筆者 / 西村 均
Nishimura.Hitoshi@chuden.co.jp