

携帯型電波発信機の土砂埋没時の性能評価

広島大学 学生会員 ○土肥聖平
 関西大学 正会員 一井康二

1. 背景と目的

土砂災害発生後の救助作業は、安全を最優先に考慮し手作業が進められることが多い。しかし、一刻を争う救助作業においては、迅速に要救助者を発見することが求められる。そこで本研究では、従来よりも早く要救助者を発見するために、携帯型の電波発信機「beacon」を使うことを提案した。この beacon は、我々の多くが普段所有する携帯端末で受信可能な電波を放っている。そのため、この beacon をあらかじめ土砂災害警戒区域の住民へ配布しておけば、仮に災害に巻き込まれたとしても、地中から発せられる電波によって発見が容易になると考えた。

beacon が土砂に埋没すると電波が減衰し、感知できる電波が本来よりも弱くなるのが考えられる。そのため本研究では beacon の埋没実験を行い、その前後で電波の強度や到達距離の違いを観察した。実験に使用した beacon を図-1 に示す。携帯かつ普及が容易で、1年間の連続使用が可能な beacon(タイプ A)を中心に、雪崩 beacon として使用されており、周波数が異なる beacon(タイプ B)、出力する電波が強力な beacon(タイプ C) 計 3 種類を対象とした。これらの beacon を用いて、土質条件の違いを考慮した埋没実験およびマネキンの埋没実験を行った。

種類	周波数	大きさ	重量	価格
タイプA	2.4GHz	26mm × 45mm × 10mm	12g	1400円
タイプB	457kHz	140mm × 80mm × 30mm	245g	31320円
タイプC	2.4GHz	83mm × 28mm × 12mm	18g	7560円

図-1 実験に用いた beacon(上:A, 中:B, 下:C)

2. 土質条件の違いを考慮した埋没実験

コンテナの底に電波を発した状態の beacon を設置し、その上に様々な条件の土砂を被せる実験を行った。埋没深さは 20cm に固定し、使用する土砂は砂利、真砂土、砂、培養土の 4 種類とした。土質条件の違いによる比較を行うため、各土砂を beacon のうえにそのまま被せたケース 1、締固めながら被せたケース 2、加水を行って被せたケース 3 をそれぞれの土砂で行った。

タイプ A とタイプ C の電波強度は携帯端末で受信でき、「dBm」で表される。タイプ B はそれ自体が発信機にも受信機にもなるため、同じものを 2 つ用意し、片方を埋没させもう片方で計測を行った。この時、計測されるのは電波を発している beacon までの距離である。これら 3 種類の beacon で、埋没前後における距離による電波強度および測定値の変化を観察した。埋没実験のイメージを図-2 に示す。

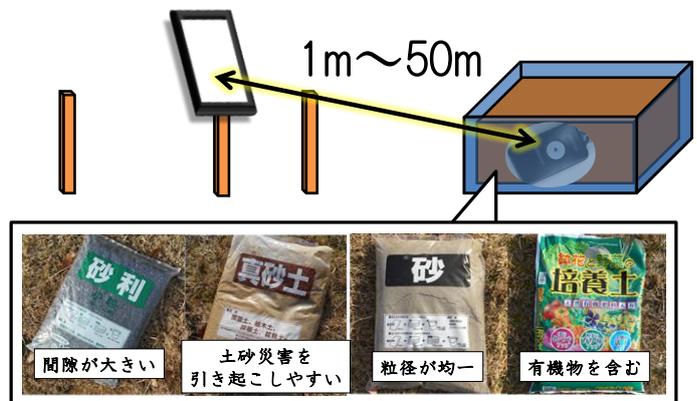


図-2 実験のイメージ図

埋没実験の結果を図-3 に示しており、埋没前の電波強度と距離の関係は点線で示している。タイプ A とタイプ C の結果を比較すると、出力の違いによって到達距離に差が出ているものの、どちらの beacon も土砂による減衰が顕著に表れた。特に加水を行ったケース 3 や培養土を用いた実験ケースのほとんどでは、1~2m までしか計測できなかった。

タイプ B は、すべての実験ケースにおいて 35m 程度の離れた地点でも電波を感知できていた。土砂埋没による影響は少なく、高含水比の実験ケースでも他の beacon ほど減衰はしなかった。

キーワード: beacon, 電波強度, 周波数, 含水比

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL:082-424-7819・7828

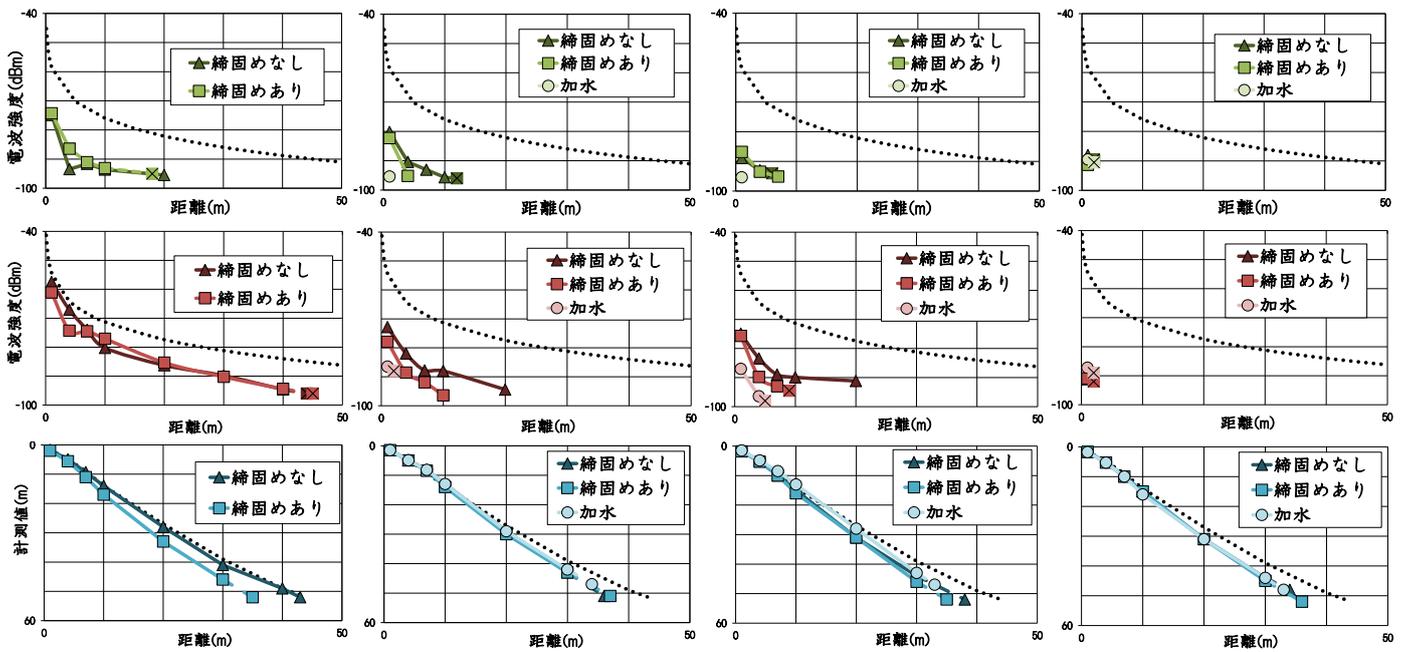


図-3 埋没実験の結果の比較(上:タイプ A 中:タイプ C 下:タイプ B)

3. マネキンの埋没実験

タイプ A の beacon を用いてマネキンの埋没実験も行った。この実験では、関東ロームで作製した斜面の正面にマネキンを座らせ、土砂がマネキンに被るように斜面崩壊を起こした。マネキンの衣服



図-4 マネキン埋没実験の様子

の右ポケットにはタイプ A の beacon が入れられており、斜面崩壊の前後で電波強度の計測を行った。崩壊による埋没実験は 2 ケース行い、beacon から 4m と 7m の離れた地点でそれぞれ電波強度の計測を行った。

図-4 に埋没前後の様子を示す。60cm 程度埋没したケースと 1m 以上埋没したケースで電波強度計測を行った。60cm 埋没したケースでは、大きく減衰はしたものの両計測地点での電波強度計測が可能であった。1m 以上埋没したケースでは両計測地点での計測はできなかったが、崩壊後マネキンに近づくと電波を感知できる地点があった。

4. 結論

周波数や電波強度が異なる 3 つの beacon で、土質条件を変えながら埋没実験を行った。また、斜面崩壊によるマネキンの埋没実験も行った。これらの実験によって得られた成果を以下に示す。

- (1) 2.4GHz の beacon は、電波強度による電波到達距離の差が結果に表れた。また、土砂による減衰が顕著に確認でき、特に高含水比の土砂に埋没したときに電波は大きく遮断された。実際の土砂災害の土砂は含水比が高く、要救助者は 20cm 以上埋没する可能性が高い。そのため、要救助者発見のツールとして適用性は低い。
- (2) 457kHz の beacon は土砂による減衰が少なかった。いかなる土質条件でも 35m 程度まで電波を受信しており、周波数の違いによる結果の差が大きく表れた。よって、タイプ B の beacon は土砂災害時でも適用性が高い。
- (3) マネキンの埋没実験より、斜面崩壊によって 60cm 程度埋没しても、7m 離れた地点から beacon の電波を感知できることが分かった。1m 以上の埋没では、マネキンに近づくことでわずかな隙間から電波を感知できた。土砂災害において、瓦礫の隙間にいる要救助者を発見するうえでは適用性があると考えられる。