

## 硬質発泡ウレタン樹脂を用いたコンクリート柱の補強に関する報告

アップコン株式会社 正会員 ○小菅 拓朗

### 1. はじめに

自然災害(地震や台風など)により電柱が倒れ,道路に車などが通行できなくなることが問題となっている。道路が塞がれることは,復旧作業を遅らせる原因の一つとなる。近年でも突風により電柱が倒れ交通被害や建物,車などが破損する被害も出ている。自然災害により電柱が折れてしまっても倒れることを防ぎ,被害をできるだけ最小限に抑えなければならない。そこで,地盤沈下の補修工事に使用されている硬質発泡ウレタンに注目し,電柱の中の空洞部に注入することで,倒壊を防ぐ程度の強度を得られるのではないかと考えた。本研究では実際の電柱内に硬質発泡ウレタンを注入し,その補強効果を検討した。

### 2. 材料特性

ウレタンは様々な形に形成が可能であり,軽量で,生成方法も簡易的であるため多種類のものが幅広い分野で使われている。特に構造物では断熱材,防水材,塗装などとして独自の特徴を活かし使用されている。硬質発泡ウレタンとはイソシアネート基(-NCO)を2個以上有するイソシアネートと水酸基を2個以上有するポリオールを触媒,発泡剤,製泡剤などと混合して泡化反応と樹脂化反応を同時に行わせて得られる均一な樹脂発泡体であり,分子中にウレタン結合を含み高度に架橋した三次元の網状構造である。(図1)

また,(表1)の通り,普通コンクリートと比較した際のヤング係数に大きな差が見られることから,本研究で使用するウレタンには炭素繊維を事前に混合し,曲げ強度(引張り強度)を増幅させる措置を行っている。(図.2)に炭素繊維で補強を行ったウレタンの強度増加を示す。

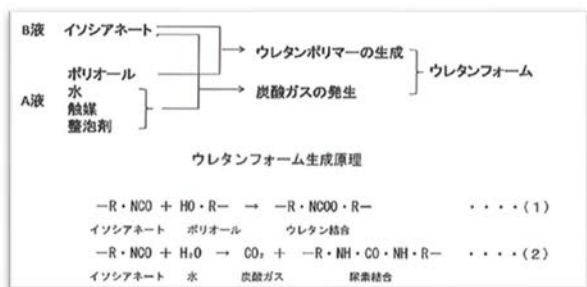


図.1 ウレタンの生成構造

	圧縮強度 (Kpa)	引張強度 (Kpa)	ヤング係数 (Kpa)
普通コンクリート	36900 (36.9MPa)	2890 (2.98MPa)	28600000 (2.86 × 10 <sup>8</sup> MPa)
硬質発泡ウレタン (UC-8SL34)	1800	1166	29339

表.1 材料特性 比較

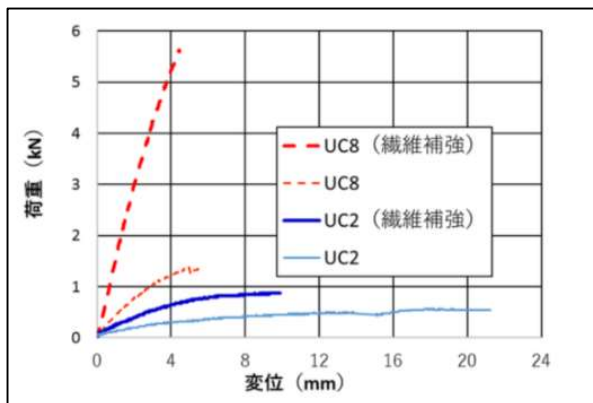


図.2 繊維混合後の補強効果

図2は,ウレタン単体に対して,炭素繊維を混入したものとしていないものの曲げ強度比較である。

炭素繊維補強したウレタンでは,約5倍の強度増加が確認された。

本研究ではウレタン重量に対し2.5%の量を混入する。

### 3. 補強方法（注入前）

補強方法として、電柱を建柱し、ウレタン樹脂を注入する。また本研究では、建柱前に事前に注入孔及び空気孔を設けており、事前に計算した電柱体積を元に最下部から8 mの補強（樹脂立上り距離）とする。注入時の様子は(写真. 1, 2)の通りである。上段の注入時には、高所作業台を使用し必要な保護具を装着の上作業を行った。



写真.1 注入時の様子（最下部より3m位置）



写真.2 注入時の様子（最下部より7m位置）

### 4. 補強結果

補強効果を確認するにあたり、実際の電柱曲げ破壊試験を実施した。電柱の法定根入れ部を器具で固定し最頂部に力を加え電柱を破壊する。その際の強度増加及び破壊時たわみ量を測定することで補強効果の確認とした。



写真.3 曲げ試験時の様子

		No. 1	No. 2	No. 3	無補強品	
B方向	ひび割れ試験荷重	0.05 mm	0.05 mm	認めず		
	(3.5kN)	たわみ量	160 mm	140 mm	120 mm	
	除荷時	残留ひび割れ幅	認めず	認めず	-	
	(0.0kN)	残留たわみ量	0 mm	40 mm	0 mm	
	試験荷重2倍時	たわみ量	1,020 mm	950 mm	1,010 mm	
	(7.0kN)		9.8 kN	10.0 kN	9.8 kN	8.2 kN
	破壊荷重		(2.80 倍)	(2.85 倍)	(2.80 倍)	(2.34 倍)
		たわみ量	2,190 mm	2,270 mm	2,118 mm	1,500mm
	破壊位置(元口からの距離)	地際部	2,600 mm	地際部	地際部	

表.2 曲げ試験結果

上記が曲げ破壊試験の結果である。無補強品と比較すると、破壊荷重が約1.7kNも増加しており、破壊時たわみ量に関しては約700mmの伸びを確認できた。また、通常は根入れ部（地際部）で破壊される電柱が、No. 2に関しては元口より2,600mmの位置で壊れている。破壊時の特徴として、写真3,4の様に、No. 1～No. 3全ての電柱で、引張り側の鉄筋が破断し、破壊に至るといった現象が見られた。



写真.3 破壊時の様子



写真.4 破壊時の様子

キーワード コンクリート, 補強, ウレタン, 電柱, 災害対策, コンクリート柱, 東京都市大学  
連絡先 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1KSP 東等611 アップコン株式会社 TEL 044-82-8120