RC 梁に対する硬質発泡ウレタンの補強効果の確認

東京都市大学　学生会員　○櫻山美樹
正会員　　栗原哲彦

1. はじめに

自然災害により電柱が倒れ,道路を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により避難できない人が出ることや復作業が遅れることが考えられる.

そこで電柱が折れても倒れることを防ぐための強度を得るため,電柱の中に硬質発泡ウレタンを入れることを考えた.まずは，RC 梁を硬質発泡ウレタンで下面補強した場合の耐力･変形能を検討した.

2. 実験概要

2.1 試験体概要

本研究で使用した硬質発泡ウレタン[1)]は,普通強度型の N と高強度型 H である．硬質発泡ウレタンの材料特性を**表 1** に示す.

まず母材となる RC 梁を、W/C=50%の普通コンクリートにより作製した。コンクリートの配合を**表 2** に示す。母材 RC 梁は単鉄筋構造とし，主鉄筋として 2D10（母材 RC 梁下縁からのかぶり 20mm）を配置した．また，曲げ破壊させるべく，スターラップ（D6, 間隔 70mm）も配置した．表 3 に RC 梁の諸元を示す．28 日間の湿布養生終了後，母材 RC 梁の下面に硬質発泡ウレタン N 及び H をそれぞれ厚さ 0,20,30,40mm で補強した.

2.2 載荷方法及び計測項目

載荷方法は**図 1** のようなスパン 1000mm，曲げスパン 300mm の対称 2 点載荷とした．荷重および載荷

表 1　普通コンクリートと硬質発泡ウレタンの比較

種類	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 (2.86×10^4MPa)
硬質発泡ウレタンN	388	312	8240
硬質発泡ウレタンH	1630	1166	29339

表 2　コンクリート示方配合

水 (kg/m^3)	セメント (kg/m^3)	細骨材 (kg/m^3)	粗骨材 (kg/m^3)	AE減水剤*1 (cc/m^3)	補助AE剤*2 (cc/m^3)
174	348	762	989	3480	3480

*1 25%水溶液，*2 1%水溶液

表 3　RC 梁の寸法

コンクリート部	鉄筋部			
	引張		スターラップ	
幅×高さ×長さ [スパン](mm)	鉄筋量	有効高さ(mm)	鉄筋量	間隔(mm)
150×100×1100 [1000]	2D10	25.0	D6	70

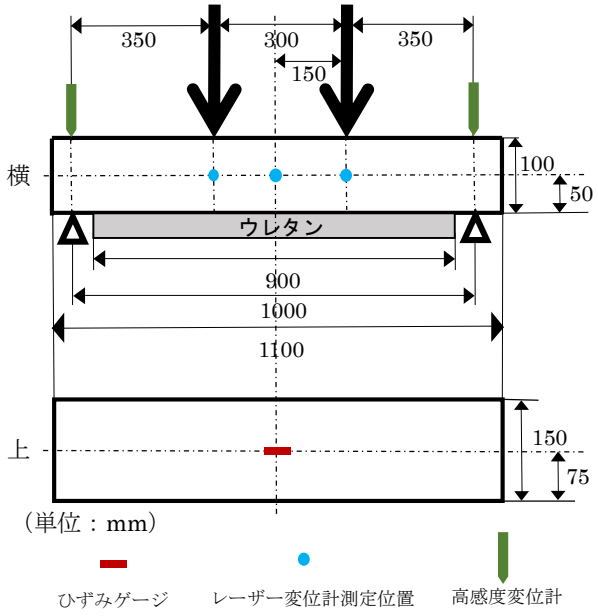
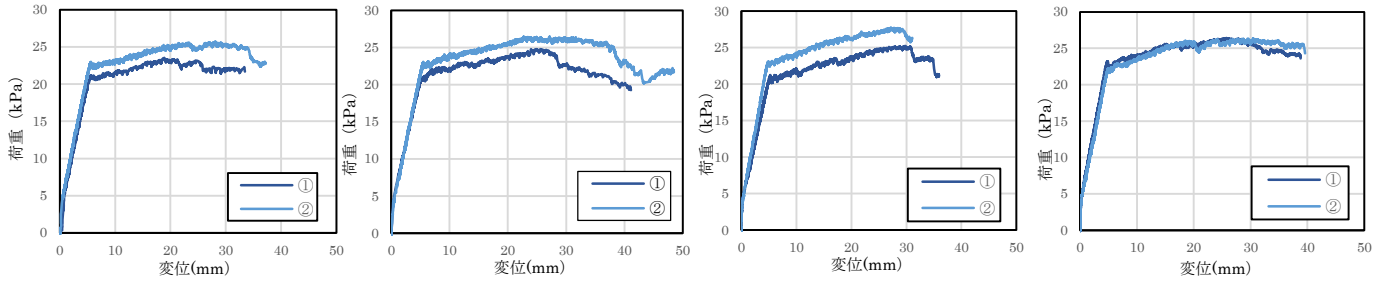


図 1　RC 梁の載荷，測定位置

表 4　それぞれの梁の変位と荷重の比較

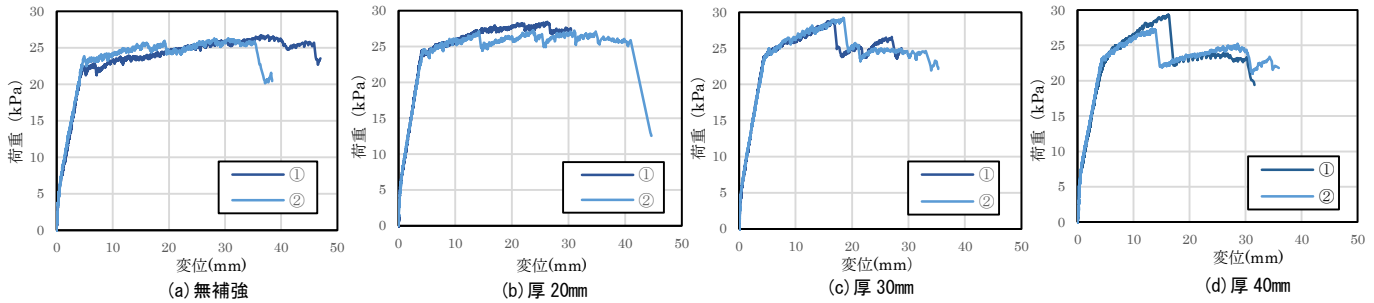
ケース	ひび割れ発生時		降伏時		終局時	
	荷重Pcr (kN)	変位(mm)	荷重Py (kN)	変位(mm)	荷重Pu (kN)	変位(mm)
ウレタンN 無補強	4.58	0.672	22.0	5.61	24.6	23.6
ウレタンN 20mm	4.33	0.442	22.1	5.28	25.7	21.9
ウレタンN 30mm	4.48	0.398	22.1	5.14	26.5	28.5
ウレタンN 40mm	4.69	0.333	22.7	4.99	26.4	27.3
ウレタンH 無補強	6.01	0.550	23.1	5.16	26.5	33.5
ウレタンH 20mm	5.73	0.363	24.6	4.21	27.9	25.0
ウレタンH 30mm	5.19	0.365	24.4	4.78	29.1	17.5
ウレタンH 40mm	5.61	0.376	23.3	4.75	28.4	14.8

キーワード　電柱，硬質発泡ウレタン，コンクリート補強，載荷試験
連絡先　〒158-8557　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　　東京都市大学　栗原研究室
TEL:03-5707-0104(代)　　E-mail:nkuri@tcu.ac.jp



(a) 無補強　(b) 厚 20mm　(c) 厚 30mm　(d) 厚 40mm

図 2　荷重－変位曲線（ウレタン N）



(a) 無補強　(b) 厚 20mm　(c) 厚 30mm　(d) 厚 40mm

図 3　荷重－変位曲線（ウレタン H）

写真 1 40mm 載荷後の様子（ウレタン N）

写真 2 40mm 載荷後の様子（ウレタン H）

点変位、支点沈下を計測するとともに、梁上面中央のひずみを測定した.

4. 実験結果及び考察

実験により得られた各荷重およびそのときの変位を**表 4** に, RC 梁の荷重－変位曲線を**図 2、3** に示す. また，一例として，ウレタン N，H を厚さ 40mm で補強した RC 梁の載荷後の様子をそれぞれ**写真 1**, **写真 2** に示す.

載荷時の様子については，いずれも RC 梁上縁のコンクリートの圧壊により終局を向かえた。補強厚 20mm を除いてウレタン N は終局時においても割れは発生しなかった。これに対して，ウレタン H はいずれの補強厚においても割れが生じた. また, 終局に至るまでウレタンの剥離は確認できなかった．ウレタン N，H と母材 RC 梁の付着は良好であったことが分かる.

荷重－変位曲線から，無補強 RC 梁に比べ，ウレタンで補強した RC 梁の終局荷重はわずかに大きくなっている．両者を比較すると，ウレタン H の方が N に比べ無補強 RC 梁の終局荷重を増大させている．ウレタン N は普通強度型であるが，変形性能に優れた材料であり，これにより補強した RC 梁の終局荷重時変位は無補強 RC 梁に比べ大きくなった. 一方，ウレタン H は高強度型であるため，N に比べ耐力への補強効果に優れている（今回は微増）が，終局荷重時の変位は無補強 RC 梁に比べ小さくなった.

以上より，ウレタン N は RC 梁の耐力向上には不向きであるが，終局荷重時の変位を増大させる効果を発揮することが分かった. これに対して，ウレタン H は RC 梁の耐力向上に向いているが，終局荷重時の変位が小さくなることが分かった.

5. まとめ

硬質発泡ウレタンを下面に補強した RC 梁の載荷実験を実施し，ウレタン N は終局荷重時変位の増大，ウレタン H は耐力向上に向いていることが分かった.

謝辞

本研究は，株式会社アップコンとの共同研究であり，材料の提供・施工を行っていただいた．ここに記して謝意を表する.

参考文献

1) アップコン株式会社：硬質ウレタン材料特性