

アラミド繊維巻き付け補強柱の重錘落下衝撃実験

三井建設(株)	正員	三上浩
開発土木研究所	正員	佐藤昌志
室蘭工業大学	正員	岸徳光
三井建設(株)	正員	田村富雄

1. はじめに

最近、老朽化した煙突の補修や建築物の柱の耐震補強方法として、耐食性に優れ、軽量で高強度かつ施工性に優れた炭素繊維やアラミド繊維製のテープを巻き付ける補強方法が研究され、一部で実用化されている。一方、落石覆道は、片側面に開口部を有しているため、衝撃力は壁部と開口部間の柱を介して基礎に伝達されることになる。本論文では、RC 製覆工の柱部の耐衝撃性向上対策の一方法として、RC 柱にアラミド繊維製のテープを巻き付ける方法を提案し、RC 柱を用いた重錘落下衝撃実験によってその補強効果に関する検討を行った。

2. 実験の概要

表一に試験体の一覧を示す。試験体はアラミドテープの巻き付け数が 0、3、4、5 巻きの 4 種類で、各々コンクリートの圧縮強度が低い場合と高い場合の 2 種類の合計 8 体である。試験体名のうち、L と H は使用したコンクリートの圧縮強度の大小を示し [L: 低強度 277~300 (kgf/cm²)、H: 高強度 322~396 (kgf/cm²)]、a はテープを巻き付けたことを、末尾の数字は巻き付け数を示している。衝撃荷重は、重量 200 kgf、直径 15 cm の重錘を載荷速度 $v = 1$ m/sec から 1 m/sec 刻みで柱の軸心に自由落下させ破壊するまで載荷させることとした。最大載荷速度は試験装置の制約から $v = 6.8$ m/sec である。また、 $v = 6.8$ m/sec 載荷で破壊しない場合には $v = 6.8$ m/sec 載荷を破壊するまで繰り返した。本実験では最大 2 回まで繰り返している。

本実験では容量 1000 G の歪ゲージ型加速度変換器によって重錘に発生する加速度を、軸筋 (D16) に歪ゲージをはり付けて歪応答を計測した。

3. 実験結果および考察

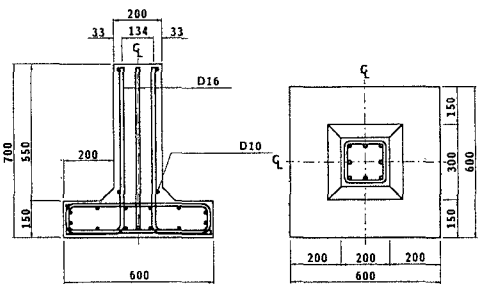
3.1. 耐衝擊性

表一に各柱の最大載荷速度を示した。本実験では目視によって以下の二つの項目に着目して破壊を定義した。① 柱上面(載荷面)に重錘が5 mm 程度貫入し、損傷が激しくなった状態。② 柱側面に顕著なひびわれが発生し、ひびわれを境に段差が確認された状態。

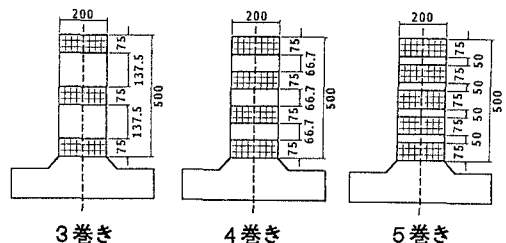
最大載荷速度を基に耐衝撃性を比較すると、コンクリート強度の高い柱で最大載荷速度が大きいあるいは繰り返し回数が多く、耐衝撃性に優れていることが分かる。一方、巻き付け数で比較すると、強度の低いコンクリートを用いた柱では、3～5巻きで同様な最大載荷速度であるが、無

表一 1 試驗體一覽

試験体名	載荷速度 (m/sec)	コンクリート強度	巻き付け本数	巻き付け繊維体積割合(%)
L-A	1~6	低	0	0
H-A	1~6.8	高	0	0
L-Aa3	1~6.8	低	3	0.41
H-Aa3	1~6.8×2	高	3	0.41
L-Aa4	1~6.8	低	4	0.54
H-Aa4	1~6.8	高	4	0.54
L-Aa5	1~6.8	低	5	0.68
H-Aa5	1~6.8×2	高	5	0.68



(a) 試験体形状寸法、配筋位置



(b) アラミドテープ巻き付け位置

図-1 試験体形状寸法等

補強の柱よりは耐衝撃性は増加している。強度の高いコンクリートを用いた柱では、3巻きと5巻きの柱で繰り返し載荷を行っており、総合的にみると巻き付けた柱の耐衝撃性が向上している。

3.2. 載荷速度と重錘衝撃力の関係

図-2 (a)、(b) に各柱の載荷速度と最大重錘衝撃力（重錘加速度×重錘質量）の関係をコンクリート強度ごとに示した。(a) 図より、コンクリート強度が低い柱では、 $v = 4$ m/sec 載荷までは、アラミドテープの巻き付け数に関わらず同様に載荷速度の増加に対応して重錘衝撃力が線形的に増加していることが分かる。しかしながら、 $v = 5$ m/sec 載荷以後は5巻きの柱を除いて衝撃力はあまり増加していない。

(b) 図より、コンクリート強度の高い柱では、 $v = 6$ m/sec 載荷まではほぼ線形的に重錘衝撃力が増加している。その増加率は特に巻き付け数が5巻きの柱で大きいことが分かる。 $v = 6.8$ m/sec 載荷の1回目と2回目では、すべての柱でそれ以前の載荷速度での衝撃力よりも小さくなっている。

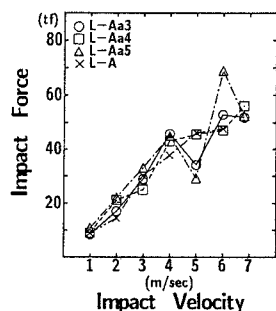
コンクリート強度で重錘衝撃力を比較すると、線形関係を示す領域での勾配は両者でほぼ同様である。しかし、衝撃力が線形的に増加する限界の載荷速度はコンクリート強度が高い柱ほど大きい。また、重錘衝撃力は巻き付け数が多く、コンクリート強度も高い柱で顕著に大きくなっている。すなわち、柱頭部の損傷が大きくなるために要する衝撃エネルギーはコンクリート強度の高い柱ほど大きく、巻き付け数の多さはその性状に相乗的な影響を与えているものと考えられる。

3.3. 載荷速度と軸筋歪分布性状の関係

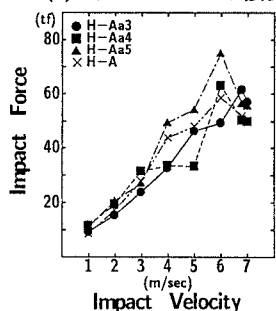
図-3 (a)、(b) にアラミドテープ3巻きの柱の軸筋の歪分布性状をコンクリート強度ごとに分けて示している。(a) は低強度、(b) は高強度の柱である。両者を比較すると、強度の低い柱において測点 M-3 周辺の歪は載荷速度とともに増大する傾向が顕著になることが分かる。コンクリート強度の高い柱の場合には、M-2、3、4の歪が最終載荷状態まで比較的一様である。また、同一載荷速度で比較すると、歪レベルはコンクリート強度の高い柱の方が低い傾向にある。このように、コンクリート強度が高い柱の場合には、軸方向力が柱の軸方向に一樣に作用する傾向が強く歪も小さくなることより、耐衝撃性の観点からは高い強度のコンクリートを用いる方が有効と考えられる。

4. まとめ

- (1) コンクリート強度が高い柱、また巻き付け数が多い柱の方が耐衝撃性に優れている。
- (2) 重錘衝撃力が線形的に増加する限界の載荷速度は、コンクリート強度が高いほど大きい。また、巻き付け数が多い柱では重錘衝撃力が大きくなる傾向にある。
- (3) コンクリート強度の高い柱の方が軸方向力が柱の軸方向に一樣に作用する傾向が強い。

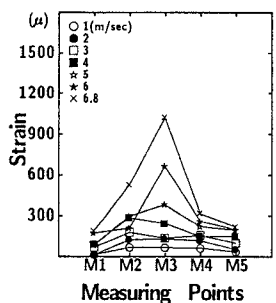


(a) 低コンクリート強度

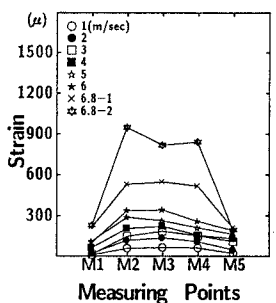


(b) 高コンクリート強度

図-2 載荷速度と重錘衝撃力の関係



(a) 低コンクリート強度



(b) 高コンクリート強度

図-3 載荷速度と軸筋歪分布性状の関係