

试验见习报告

事必达 EPCON G5 植筋混凝土柱抗震性能试验



土木工程

041234

单伽铨

事必达 EPCON G5 植筋混凝土柱抗震性能试验方案

一 概况

1.1 项目名称：事必达 EPCON G5 植筋混凝土柱抗震性能试验

1.2 试验目的

EPCON G5 化学植筋锚固剂是事必达公司最新最尖端科技产物，适用于钢筋、螺杆在混凝土、花岗岩中的锚固。为评定 EPCON G5 化学植筋锚固剂的抗震性能，事必达公司委托同济大学结构试验室通过对 EPCON G5 植筋混凝土柱抗震性能的检验评定其性能。

1.3 试验内容

本试验拟采用拟静力试验检验其抗震性能。

试验试件柱拟采用 C30 混凝土，主筋采用 HRB335 钢筋，箍筋采用 HPB235 钢筋，柱截面尺寸为 300mmX300mm，高 1650mm。试件先浇筑台座，待混凝土浇筑养护 2 周后在台座上钻孔，用 EPCON G5 化学植筋锚固剂植入主筋，植筋的深度 10d 养护完毕后绑扎柱筋浇筑柱混凝土。待混凝土养护到达强度后进行试验。试验拟对柱施加恒定不变轴压力（0.3 倍轴压比），水平方向逐级施加往复荷载直到构件破坏。

1.4 试验方法

采用千斤顶、反力墙系统加载。竖向千斤顶在柱顶施加恒定的轴向压力，初步确定为 400kN（柱轴压比约为 0.3），千斤顶与柱顶可自由滑动。水平向千斤顶在柱顶部位对柱子施加水平推力，拟以 10kN 为一级逐级加载至 0.8 倍屈服荷载，然后以 5kN 为一级加载至屈服荷载。屈服后改为按位移控制，以 3mm 为一级加载，每级荷载循环 3 次，直到峰值荷载降为 $0.85P_{max}$ ，停止加载。

试验拟在 3 根角部钢筋植筋深度范围内布置 9 个应变片，在柱顶附近布置位移计和倾角仪测量柱的位移和倾角。

试验观测项目为植筋深度范围内钢筋应变、柱倾角、柱破坏形态、柱位移延性比、承载力等，通过试验结果与同样的非植筋柱的对比分

析从而对 EPCON G5 化学植筋锚固剂的抗震性能做出综合评价。

1.5 其它

EPCON G5化学植筋锚固剂及植筋施工做法由委托方提供。

二、模型设计

2.1 相似关系：几何参数，材料参数，动力参数，荷载参数满足相似关系。

2.2材料选择

混凝土：C30

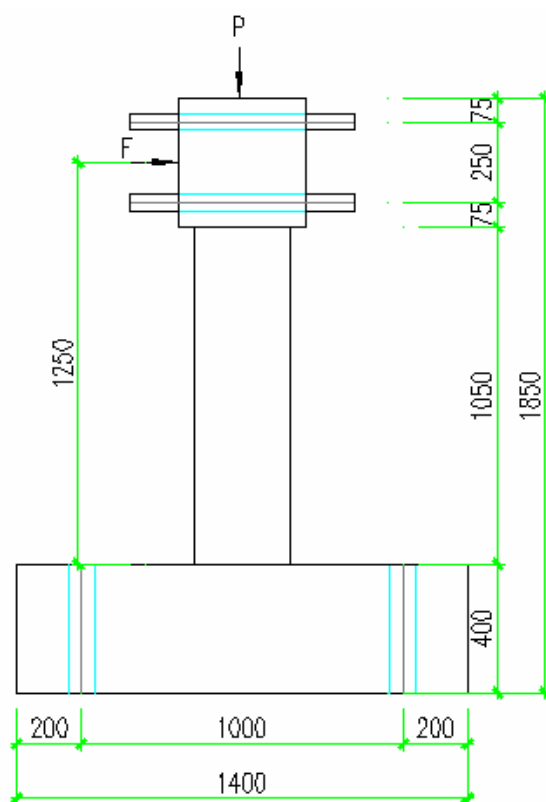
钢筋：主筋采用 HRB335 钢筋，箍筋采用 HPB235 钢筋

其它：EPCON G5 化学植筋锚固剂

2.3 结构布置

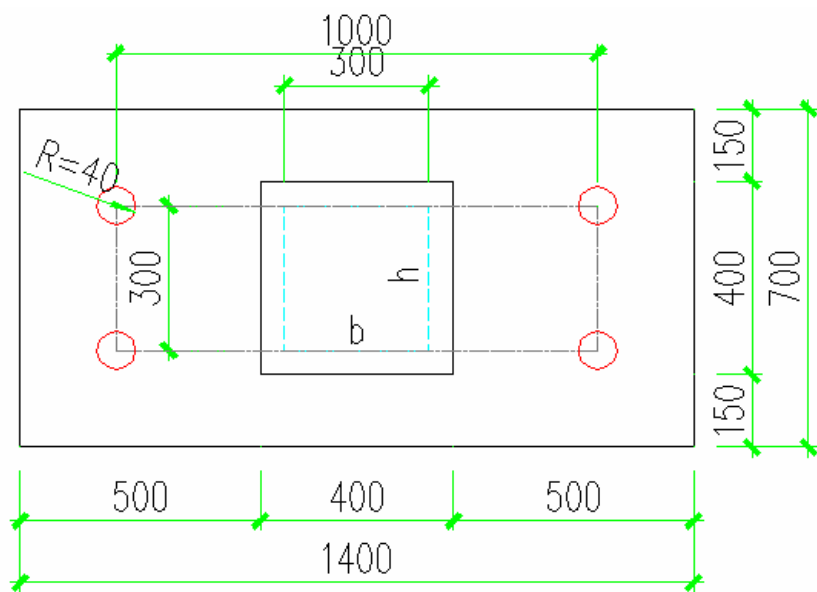
基本尺寸和应变片布置

(1) 试件立面图

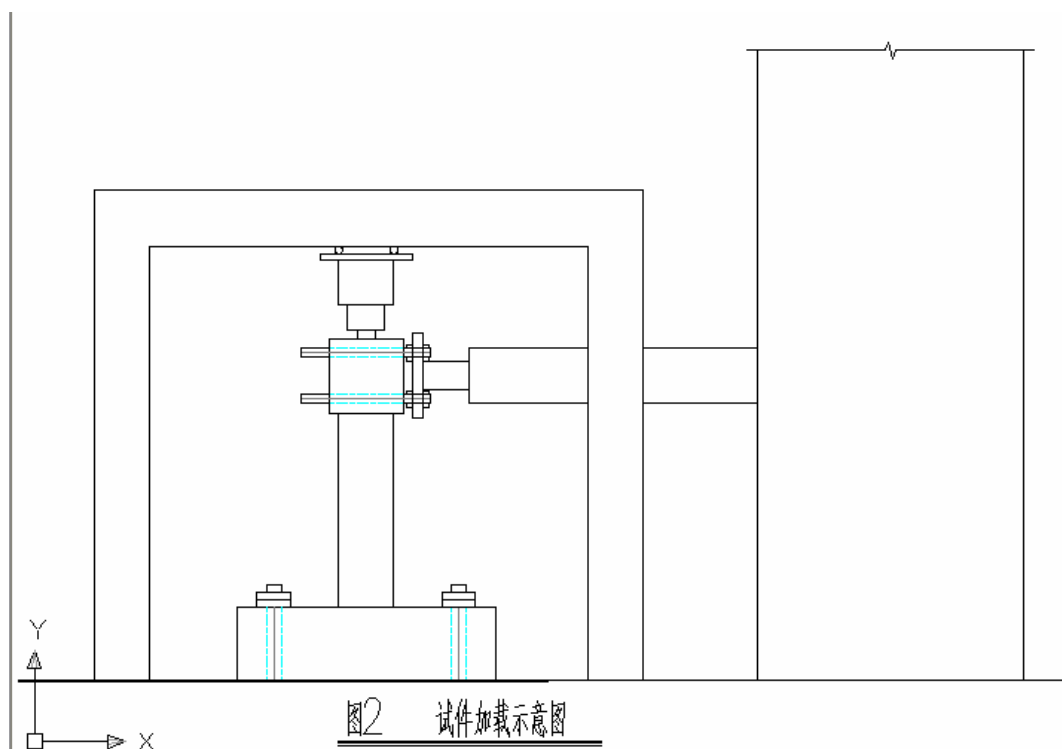


试件立面图

(2) 试件平面图

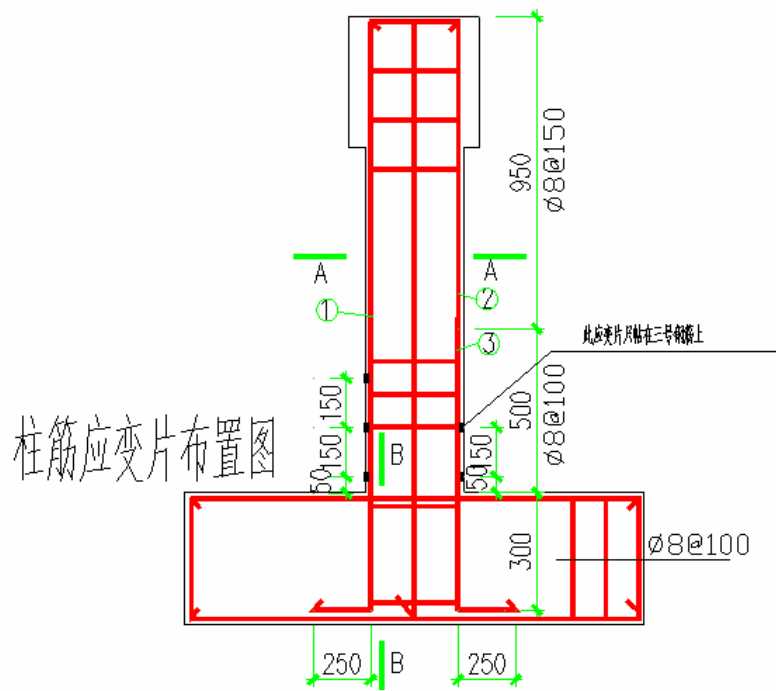


(3) 试件加载示意图

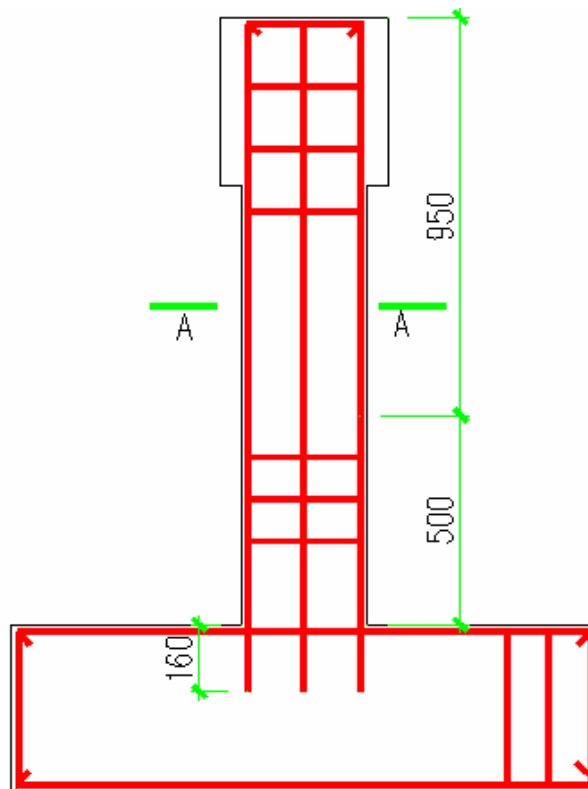


(4) 柱筋应变片布置图

非植筋柱

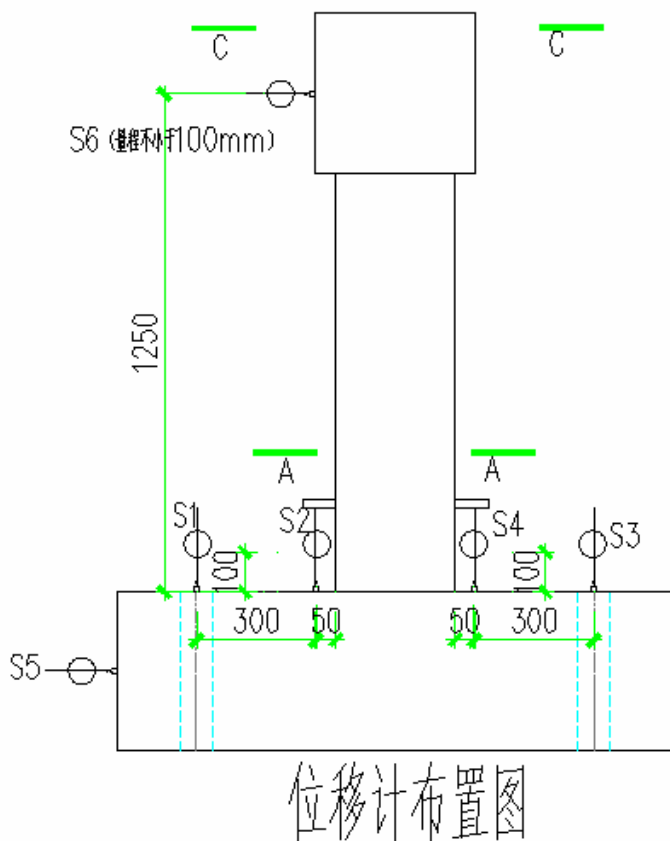


植筋柱



柱子配筋图(植筋柱)

(5) 位移计布置图



三、测点布置

3.1 应变片

编号	1	2	3	4	5
通道	CH001	CH002	CH003	CH004	CH005
编号	6	7	8	9	
通道	CH006	CH007	CH008	CH009	

3.2 位移计

编号	S1	S2	S3	S4
通道	CH089	CH090	CH091	CH092
编号	S5	S6		
通道	CH093	CH096		

其中 S6 为柱顶位移 S1-S5 为台座位移

四、试验过程

4.1 加载步骤

试验中 10kN 为一级逐级加载至 0.8 倍屈服荷载，然后以 5kN 为一

级加载至屈服荷载。屈服后改为按位移控制，以 3mm 为一级加载，每级荷载循环 3 次，直到峰值荷载降为 $0.85P_{max}$ ，停止加载

编号	1	2	3	4	5
加载量	V380	10kN	20kN	30kN	40kN
编号	6	7	8	9	10
加载量	50kN	60kN	70kN	80kN	9mm
编号	11	12	13	14	15
加载量	12mm	15mm	18mm	21mm	24mm
编号	16	17	18	19	20
加载量	27mm	30mm	33mm	36mm	39mm
编号	21	22	23	24	25
加载量	42mm	45mm	48mm	51mm	54mm
编号	26	27	28	29	30
加载量	57mm	60mm	63mm	66mm	69mm
编号	31				
加载量	72mm				

五、试验结果

选取试件 2 在位移 50mm 时的部分数据列举在报告中，其他数据见数据处理文件。

CH001	CH002	CH003	CH004	CH005	CH007	CH008	CH006	CH009
-3409.67	-191.994	-220.438	2424.814	-796.42	3.555	-216.882	-149.329	1429.29
-3409.67	-191.994	-220.438	2424.814	-796.42	3.555	-216.882	-138.662	1439.96
-3409.67	-191.994	-220.438	2424.814	-796.42	7.111	-216.882	-135.107	1439.96
-3409.67	-191.994	-220.438	2424.814	-796.42	7.111	-216.882	-135.107	1443.51
-3409.67	-191.994	-220.438	2424.814	-799.98	7.111	-216.882	-138.662	1439.96
-3583.89	-287.991	-270.214	2282.596	-895.97	188.439	-131.552	-234.659	1592.84
-3925.21	-508.429	-391.099	1756.39	-1169.7	942.193	138.662	-348.434	2232.82
-4113.65	-611.537	-444.431	1294.182	-1329.7	1173.297	241.77	-355.545	2481.7
-4284.31	-689.757	-483.541	974.192	-1425.7	1226.629	295.102	-408.876	2549.26
-4465.64	-760.865	-515.54	693.312	-1500.4	1311.96	351.989	-465.763	2613.25
-4629.19	-821.308	-547.539	440.875	-1564.4	1429.289	408.876	-551.094	2680.81

(1). 48mm 条件下加载前期 0—5s 应变值

(2). 48mm 条件下加载中期 10—15s 应变值

-5603.38	-1123.52	-725.311	-1045.3	-1923.5	3367.008	917.305	-895.972	4614.97
-5638.94	-1130.63	-728.866	-1116.41	-1934.2	3548.335	949.304	-895.972	4824.74
-5663.83	-1137.74	-728.866	-1173.3	-1944.8	3701.219	974.192	-903.083	5002.51
-5685.16	-1144.85	-728.866	-1223.07	-1951.9	3829.216	991.969	-906.639	5151.84
-5695.83	-1148.41	-728.866	-1269.29	-1955.5	3928.768	1006.191	-906.639	5276.28
-5706.49	-1151.97	-725.311	-1308.4	-1962.6	3999.877	1016.858	-910.194	5372.28
-5713.6	-1155.52	-728.866	-1336.85	-1962.6	4053.208	1023.969	-860.418	5500.28
-5717.16	-1155.52	-728.866	-1351.07	-1962.6	4081.652	1027.524	-810.642	5596.27

-5710.05	-1141.3	-725.311	-1365.29	-1959.1	4085.208	1023.969	-810.642	5610.49
-5695.83	-1134.19	-721.756	-1368.85	-1951.9	4063.875	1013.302	-807.086	5592.72
-5674.49	-1127.08	-718.2	-1358.18	-1944.8	4010.543	984.859	-803.531	5539.39

(3). 48mm 条件下加载后期 20—25s 应变值

-4863.85	-803.531	-533.317	-675.535	-1539.5	2090.602	-99.552	-561.76	3455.89
-4782.08	-764.421	-529.761	-618.648	-1521.7	2065.714	-103.108	-643.536	3327.9
-4693.19	-721.756	-529.761	-565.316	-1511.1	2040.826	-103.108	-632.869	3335.01
-4575.86	-668.424	-522.651	-494.207	-1496.8	2001.716	-106.663	-558.205	3406.12
-4426.53	-597.315	-515.54	-398.21	-1468.4	1937.718	-117.33	-597.315	3338.56
-4241.65	-515.54	-501.318	-273.769	-1432.8	1855.943	-131.552	-572.427	3317.23
-4014.1	-430.209	-479.985	-127.996	-1383.1	1752.835	-156.44	-629.314	3178.57
-3761.66	-344.878	-451.542	28.444	-1319.1	1631.95	-191.994	-540.428	3164.35
-3473.67	-252.437	-412.432	206.216	-1233.7	1489.732	-238.215	-472.874	3103.91
-3157.24	-149.329	-359.1	419.543	-1116.4	1308.404	-305.768	-504.873	2894.13
-2862.13	-31.999	-291.547	668.424	-963.53	1087.967	-387.544	-415.987	2748.36

(4). 48mm 条件下加载前期 0—5s 位移值

CH089	CH090	CH091	CH092	CH093	CH096	
				台座平移	柱顶位移	修正柱顶位移
-0.04	-18.48	-0.02	0	0	0.439	0.439
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	0.439	0.439
-0.04	-18.48	-0.02	0	0	0.439	0.439
-0.04	-18.48	-0.02	0	0	0.439	0.439
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	0.439	0.439
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	0.586	0.586
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	3.662	3.662
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	7.471	7.471
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	10.547	10.547
-0.04	-18.48	-0.04	0	0	13.55	13.55

(5). 48mm 条件下加载前期 10—15s 位移值

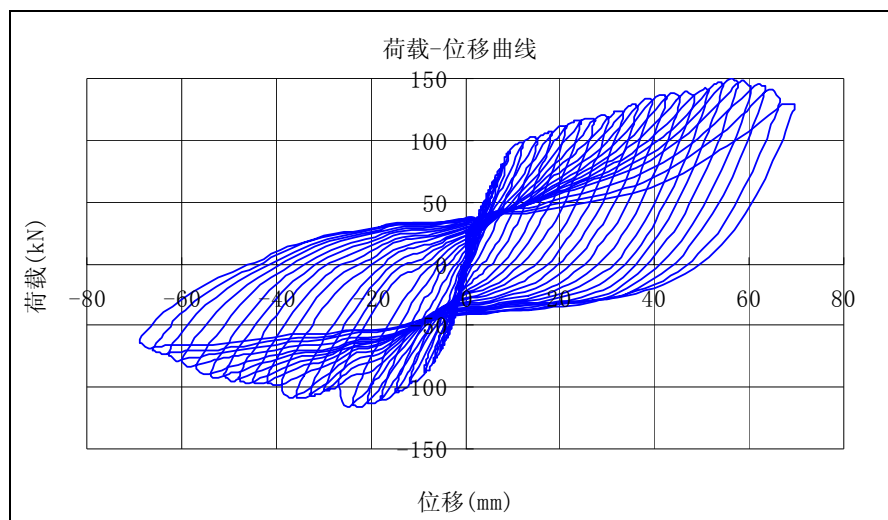
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	40.137	40.137
-0.04	-18.46	-0.06	0	0	41.675	41.675
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	43.066	43.066
-0.04	-18.46	-0.06	0	0	44.312	44.312
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	45.264	45.264
-0.04	-18.46	-0.06	0	0	46.143	46.143
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	46.802	46.802
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	47.314	47.314
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	47.534	47.534
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	47.681	47.681

(6). 48mm 条件下加载前期 20-25s 位移值

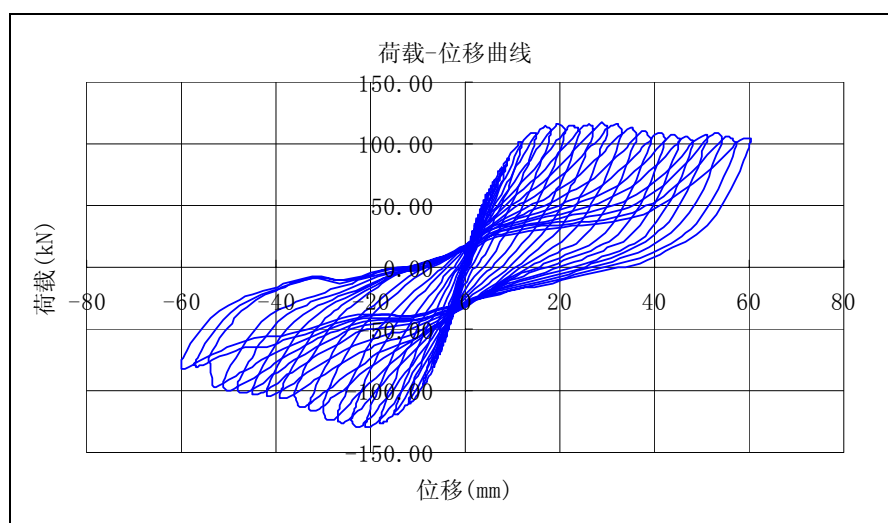
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	37.793	37.793
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	35.815	35.815
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	33.691	33.691
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	31.348	31.348
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	28.931	28.931
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	26.44	26.44
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	23.73	23.73
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	21.167	21.167
-0.04	-18.48	-0.07	0	0	18.457	18.457
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	15.674	15.674
-0.04	-18.48	-0.06	0	0	12.671	12.671

(7) 荷载-位移曲线

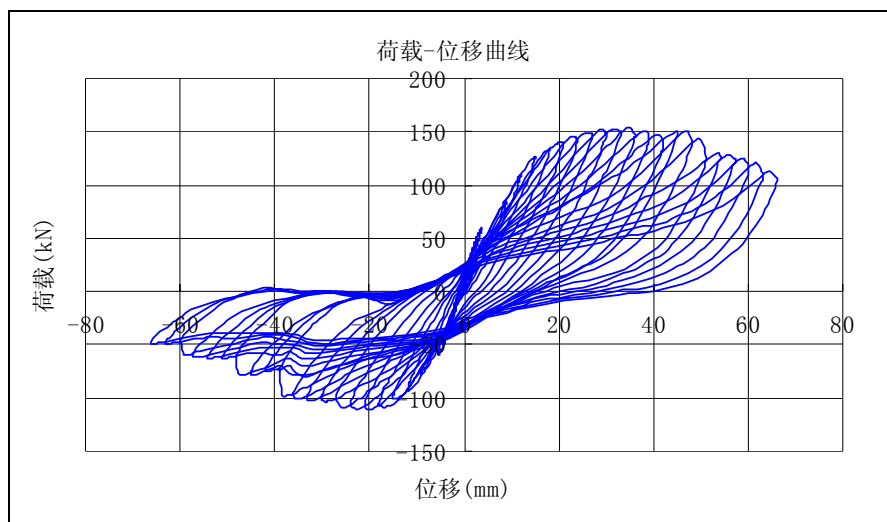
试件 1



试件 2



试件 3



(8) 承载力等性能数据

试件 1

	屈服荷载	屈服位移	极限荷载	极限位移	位移延性比
F+	77.5	7.4	149.7	68.8	9.297297
F-	85.9	7.69	115.6	41.9	5.448635

试件 2

	屈服荷载	屈服位移	极限荷载	极限位移	位移延性比
F+	74.5	6.79	117	63.28	9.319588
F-	83.4	7.03	130	36.1	5.135135

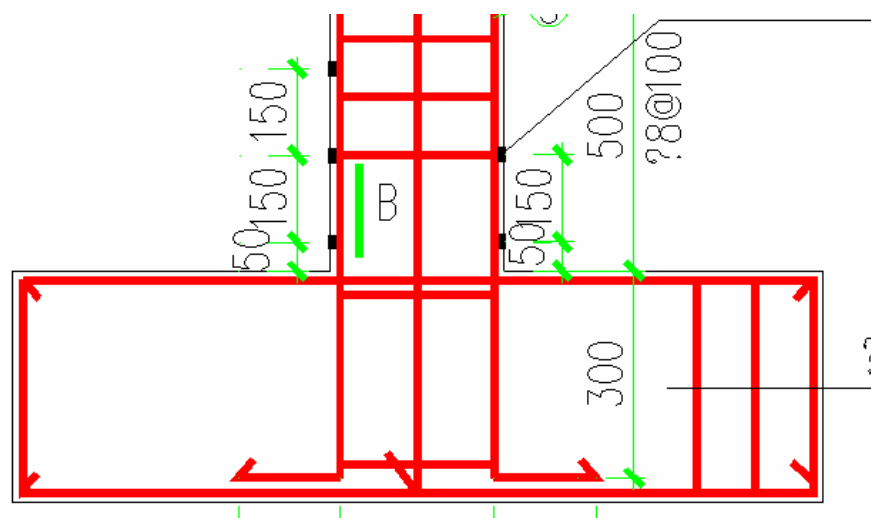
试件 3

	屈服荷载	屈服位移	极限荷载	极限位移	位移延性比
F+	89	9.2	153.4	53.3	5.793478
F-	75.1	8.4	111	38.8	4.619048

六 试验结果思考

(1) 钢筋锚固长度分析

从结构施工图中可以看到，试件 1 为非植筋柱，从试件剖面图中看到在与平台锚固时柱主筋伸入到台座内，锚固长度一直到台座底。如图



相对而言，试件 2 为采用了事必达 EPCON G5 的植筋柱，仅仅拥有 10d 的锚固长度。从钢筋的用量上来看植筋柱比较有优势。

(2) 力学性能分析

试件 1 和试件 2 力学性能相比较，在屈服状态时无论是屈服荷载和屈服承载力都相差无几，两者的相对差距在 4% 以内，可以认为植筋柱和非植筋柱在屈服时差别并不大。当到达极限状态时，植筋柱比非植筋柱承载力 F_+ 小 30KN 左右，而 F_- 却大 15KN 左右，极限承载力差距两者相对于屈服状态相对较大。

两个方向的加载得到的位移延性比，9.297297 和 9.319588 在工程上可以认为接近于一致，5.448635 和 5.135135 也可以这么认为，位移延性比反映了试件的延性，植筋柱延性并没有多少降低。

(3) 抗震性能分析

耗能 E （构件在一个周期中所吸收的能量称为耗能）是衡量构件在地震荷载作用下吸收能量的重要参数。三幅图给出了三个构件在往复荷载作用下的耗能变化规律，从荷载位移曲线图中反映的滞回曲线可以看到植筋柱和非植筋柱两幅图面积近似相等，说明抗震性能也近似。而且联想到“小震不坏，中震可修，大震不倒”的原则，一般实际工程中结构很难遇到大震让自己到达极限承载力状态，所以相对于极限状态，屈服时的性能较贴近实际，无论是在平时实际使用状态还是遇到小震的情况，可能还是处于弹性状态。屈服荷载和屈服位移的近似，说明植筋柱和非植筋柱在正常使用状态并未有多大区别。而且

在面对强震时节点和构件的耗能性能差不多。

七 结论与建议

7.1 结论

(1) 植筋柱具有良好的延性和耗能能力，能够有效地保证钢筋混凝土柱锚固于其他构件在轴压比下的抗震性能。

(2) 通过对 3 组试件柱的抗震性能试验分析，植筋柱在相对较少的锚固长度 10d 情况下就能取得和非植筋柱即普通柱子相近的力学性能和抗震指标。

(3) 植筋柱的滞回环比较饱满，滑移现象不严重，具有良好的耗能能力。

7.2 建议

(1) 植筋柱沿全高的配箍特征值不宜低于 0.2，箍筋最大间距、最大肢距和最小直径应符合现行《建筑抗震设计规范》的要求。

(2) 可以考虑增加试件数量，将混凝土标号，化学锚固剂和不同钢筋种类之间的关系用试验来反映，比如增加研究高强混凝土下植筋柱的性能。

八 工程意义

在实际工程中植筋技术就是运用高强度的化学粘合剂（如本实验的事必达 EPCON G5）使钢筋、螺杆等与混凝土产生握固力，从而达到预期效果。施工后产生高负荷承载力，不易产生移位、拔出，并且密着性能良好，无需作任何防水处理。由于其通过化学粘合固定，不但对基材不会产生膨胀破坏，而且对结构有补强作用。施工简便迅速，安全并符合环保要求，可以说是建筑工程中钢筋混凝土结构变更、追加、加固的最有效的方法，事必达 EPCON G5 应该可以广泛的使用于以上的情况。