

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการทดลองตอนที่ 1

จากการทดสอบให้แรงบิดเคี้ยวลงบนแบบจำลองฟันในดีเอลิเมนต์แต่ละกลุ่มตามวิธีการทดลองในตอนที่ 1 ซึ่งกำหนดให้มีแรงบิดเคี้ยวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนพื้นปลอมชนิดไฮบริดที่วางทับบนรากเทียมจำนวน 3 รากเทียมในกลุ่มที่ 1 และพื้นปลอมชนิดไฮบริดที่วางทับบนรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมในกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

จากนั้น คำนวณปริมาณแรงเคี้ยวที่เกิดขึ้น ณ จุดวัดที่ 1-15 ในแบบจำลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ได้ผลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3, 4 และ 5

ตารางที่ 3 ผลการทดลองตอนที่ 1 แสดงค่าแรงเค้นที่คำนวณได้จากจุดวัดที่ 1-5

จุดวัดที่	1	2	2	3	4	5				
กลุ่มทดลอง	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2		
แรงบิดเคียว										
215-283-285	95185000	147218144	8238082	8449936	5804147	6563369	6651909	7047713	16854182	27652380
210-280-280	93464920	144541024	8087343	8295354	5699331	6444742	6535729	6924611	16570663	27179458
238-288-275	91744848	141863936	7936604	8140772	5594518	6326117	6419550	6801511	16287153	26706540
230-250-270	90024792	139186864	7785866	7986191	5489707	6207493	6303371	6678411	16003653	26233630
228-215-285	88304760	136509808	7635128	7831609	5384896	6088871	6187193	6555312	15720162	25760722
220-210-280	86584752	133832776	7484389	7677028	5280088	5970252	6071015	6432212	15436681	25287820
218-235-285	84864760	131155760	7333652	7522447	5175282	5851633	5954839	6309115	15153213	24814926
210-230-280	83144800	128478768	7182914	7367866	5070479	5733017	5838662	6186018	14869755	24342036
208-228-215	81424856	125801808	7032177	7213286	4965678	5614402	5722486	6062922	14586310	23869154
200-220-210	79704936	123124872	6881440	7058706	4860879	5495791	5606312	5939827	14302877	23396278
198-218-235	77985048	120447960	6730703	6904126	4756083	5377182	5490138	5816733	14019460	22923410
190-210-230	76265200	117771072	6579967	6749547	4651291	5258575	5373965	5693639	13736056	22450550
188-208-228	74545368	115863312	6429231	6642103	4546501	5189773	5257792	5572422	13452668	21864466
180-200-220	72825584	113168520	6278495	6486453	4441715	5070022	5141621	5449306	13169296	21394294
178-198-218	71105832	110473760	6127760	6330804	4336932	4950274	5025451	5326191	12885942	20924128
170-190-210	69386120	107063888	5977025	6131234	4232153	4784119	4909282	5201279	12602607	20559198
168-188-208	67666448	105084368	5826291	6019506	4127378	4710790	4793114	5079964	12319292	19983834
160-180-200	65946824	101710544	5675557	5822080	4022608	4547003	4676947	4955106	12035998	19613588
158-178-198	64227252	99033936	5524824	5667505	3917843	4428422	4560782	4832023	11752728	19140800
150-170-190	62507736	96357392	5374091	5512930	3813083	4309844	4444618	4708942	11469482	18668024
148-168-188	60788272	93680896	5223359	5358355	3708328	4191273	4328456	4585862	11186263	18195266

ตารางที่ 4 ผลการทดลองตอนที่ 1 แสดงค่าแรงเค้นที่คำนวณได้จากจุดวัดที่ 6-10

จุดวัดที่	6		7		8		9		10	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
แรงบิดเคียว										
215-263-285	17671328	7754591	3018464	1624527	3110296	2543312	2679028	1144809	12745336	6158395
210-280-280	17401332	7639485	2968067	1596229	3057722	2499766	2634933	1126034	12524115	6024755
235-253-275	17131434	7524469	2917673	1567934	3005148	2456221	2590840	1107261	12303523	5891344
220-250-270	16861642	7409547	2867282	1539643	2952575	2412676	2546749	1088489	12083598	5758178
225-215-265	16591958	7294724	2816896	1511356	2900002	2369132	2502660	1069717	11864378	5625273
220-210-260	16322390	7180004	2766513	1483072	2847430	2325589	2458573	1050948	11645904	5492647
215-215-265	16052944	7065392	2716134	1454792	2794859	2282047	2414488	1032180	11428224	5360323
210-230-260	15783623	6950893	2665759	1426517	2742288	2238506	2370406	1013414	11211383	5228320
205-225-215	15514437	6836513	2615389	1398247	2689719	2194966	2326325	994649	10995436	5096665
200-220-210	15245391	6722259	2565024	1369981	2637150	2151427	2282248	975886	10780439	4965384
195-215-235	14976493	6608136	2514664	1341720	2584582	2107889	2238173	957125	10566453	4834506
190-210-230	14707752	6494152	2464309	1313465	2532015	2064352	2194101	938365	10353544	4704066
185-205-225	14439175	6133825	2413960	1306278	2479450	2003157	2150032	945247	10141784	4781249
180-200-220	14170771	6023617	2363617	1277409	2426885	1959999	2105966	925915	9931252	4643429
175-195-215	13902552	5913611	2313281	1248546	2374321	1916842	2061904	906586	9722032	4506112
170-190-210	13634528	6039751	2262951	1200508	2321759	1890219	2017846	863352	9514217	4187474
165-185-205	13366711	5694249	2262951	1190845	2269198	1830534	1973791	867932	9307906	4233177
160-180-200	13099113	5813597	2162315	1144073	2216639	1803162	1929741	825860	9103206	3932978
155-175-195	12831746	5700818	2112009	1115869	2164081	1759636	1885695	807119	8900243	3806899
150-170-190	12564627	5588253	2061713	1087675	2111524	1716112	1841654	788381	8699141	3681707
145-165-185	12297771	5475915	2011427	1059491	2058970	1672591	1797618	769647	8500041	3557492

ตารางที่ 5 ผลการทดลองตอหนที่ 1 แสดงค่าแรงเค้นที่คำนวณได้จากจุดวัดที่ 11-15

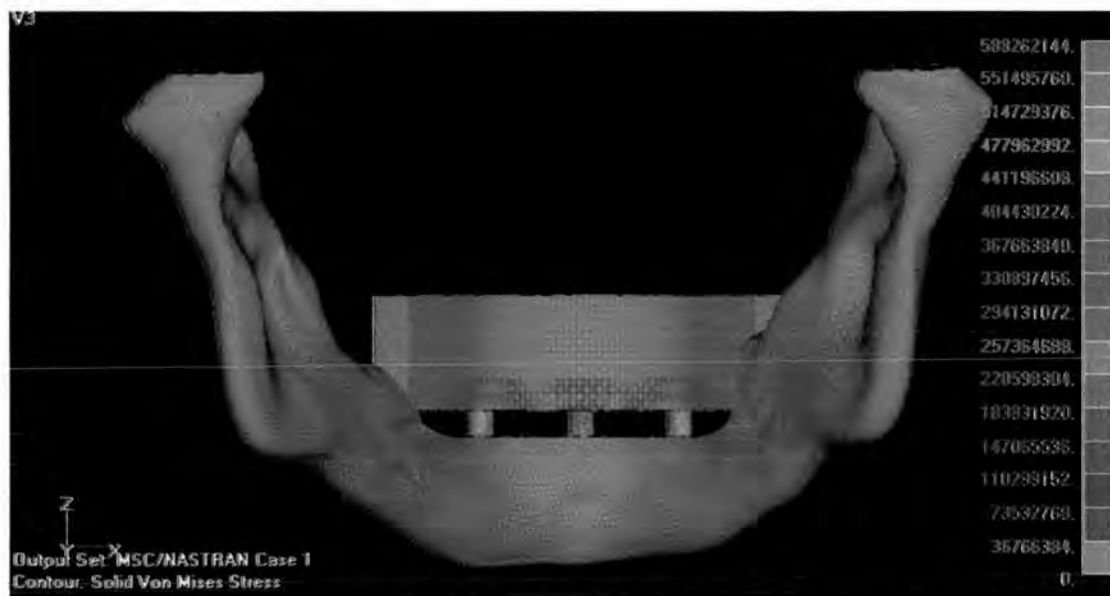
จุดวัดที่	11		12		13		14		15	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
แรงบิดเคียว										
215-235-235	13356276	24956452	3210455	3595050	4521821	4837514	7263177	8361941	143764416	169159344
240-230-230	13130558	24546288	3156165	3534502	4439418	4749348	7129309	8208202	141114416	166041040
235-235-275	12904884	24136152	3101877	3473955	4357017	4661184	6995442	8054463	138464432	162922736
230-230-270	12679258	23726054	3047590	3413411	4274619	4573024	6861575	7900725	135814432	159804432
225-215-235	12453680	23315992	2993304	3352868	4192224	4484867	6727709	7746987	133164464	156686160
220-240-230	12228155	22905966	2939020	3292327	4109832	4396713	6593843	7593251	130514496	153567872
215-235-235	12002684	22495982	2884738	3231787	4027443	4308563	6459977	7439514	127864552	150449600
210-230-230	11777272	22086038	2830457	3171250	3945058	4220416	6326112	7285778	125214616	147331328
205-225-215	11551920	21676140	2776178	3110716	3862676	4132274	6192248	7132044	122564688	144213072
200-220-210	11326634	21266288	2721902	3050183	3780298	4044135	6058384	6978310	119914776	141094832
195-215-235	11101418	20856488	2667627	2989653	3697924	3956001	5924520	6824578	117264880	137976592
190-210-230	10876273	20446740	2613355	2929126	3615555	3867872	5790657	6670846	114615000	134858368
185-205-225	10651207	19651656	2559385	2899341	3533190	3882551	5656795	6539520	111965136	134243008
180-200-220	10426223	19250080	2504818	2837891	3450831	3791993	5522933	6385209	109315296	131064304
175-195-215	10201326	18848578	2450553	2776446	3368476	3701440	5389072	6230900	106665464	127885624
170-190-210	9976524	18808352	2396291	2687047	3286128	3515412	5255212	6055931	104015664	122385608
165-185-205	9751821	18045806	2342033	2653569	3203786	3520355	5121352	5922287	101365880	121528288
160-180-200	9527225	17989576	2287778	2566029	3121451	3339222	4987493	5748482	98716128	116149320
155-175-195	9302743	17580310	2233526	2505525	3039123	3251139	4853636	5594760	96066392	113031200
150-170-190	9078384	17171134	2179278	2445027	2956803	3163064	4719779	5441040	93416696	109913112
145-165-185	8854156	16762055	2125035	2384533	2874492	3074999	4585924	5287321	90767024	106795040

กลุ่มทดลองที่ 1

จากแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สามารถมองเห็นตำแหน่งที่มีการสะสมของแรงเค้นโดยรอบรอกเทียม ซึ่งเป็นผลจากการให้แรงบิดเดียวในแบบจำลองได้ชัดเจน โดยตำแหน่งที่เกิดการสะสมของแรงเค้นจะปรากฏเป็นแถบสีแสดงบนแบบจำลอง ตำแหน่งที่เกิดแรงเค้นต่างกันก็จะแสดงได้ด้วยแถบสีแตกต่างกัน และสามารถให้ค่าประมาณของปริมาณแรงเค้นแต่ละตำแหน่งได้โดยดูแถบสีเทียบกับปริมาณแรงเค้นจากตารางด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ในแต่ละภาพ จากภาพที่ 4.1 และ 4.2 แสดงแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีรอกเทียมจำนวน 3 รอกเทียมถูกฝังอยู่ที่ด้านหน้าของขากรรไกรล่างเพื่อรองรับพื้นปลอมไฮบริด หลังจากทำให้แรงบิดเดียวดังที่กล่าวรายละเอียดไว้ตามวิธีการทดลองตอนที่ 1 สังเกตพบการกระจายของแรงเค้นไปทั่วแบบจำลองโดยมีการกระจายแรงเค้นที่ไม่เท่ากันในตำแหน่งต่างๆของแบบจำลองเห็นได้ชัดเจนจากแถบสีที่ปรากฏในแบบจำลองที่แตกต่างกัน เนื่องจากพบว่ารูปแบบของการกระจายแรงเค้นที่เกิดขึ้นในแบบจำลองกลุ่มเดียวกัน หลังจากให้แรงบิดเดียวแต่ละครั้งแทบจะไม่มี ความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่ได้นำภาพของแบบจำลองทุกแบบจำลองมาแสดงไว้ ณ ที่นี้ เพียงแต่ยกตัวอย่างภาพของแบบจำลองกลุ่มที่ 1 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 เท่านั้น



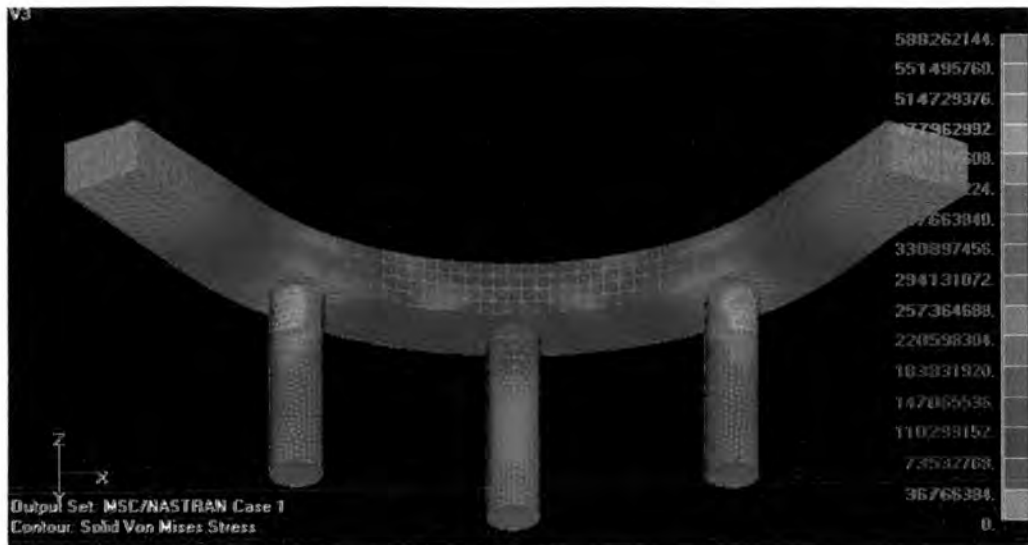
ภาพที่ 4.1 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยรากเทียมจำนวน 3 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอมชนิดไฮบริด ซึ่งปรากฏการกระจายของแรงเค้นภายในแบบจำลองหลังจากได้รับแรงบดเคี้ยวแสดงให้เห็นด้วยแถบสีต่างๆ



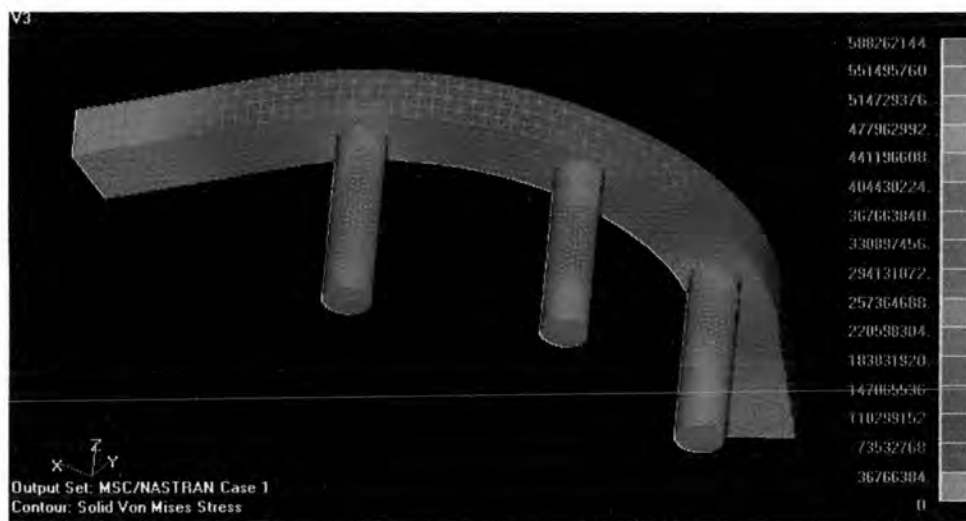
ภาพที่ 4.2 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยรากเทียมจำนวน 3 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอมชนิดไฮบริด ซึ่งปรากฏการกระจายของแรงเค้นภายในแบบจำลองหลังจากได้รับแรงบดเคี้ยวแสดงให้เห็นด้วยแถบสีต่างๆ

เนื่องจากตำแหน่งที่ต้องการศึกษาการกระจายของแรงเค้นในการศึกษานี้คือ บริเวณผิวประชิดของกระดูกและรากเทียม บริเวณผิวประชิดดังกล่าวถูกแสดงไว้ดัง ภาพที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 เป็นแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์เดียวกับแบบจำลองใน ภาพที่ 4.1 และ 4.2 แต่แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่เป็นรากเทียมและฟันปลอมไฮบริด ในมุมต่างๆ ซึ่งมองเห็นแถบสีแสดงแรงเค้นที่วัดได้ที่ผิวรากเทียม จากทั้งสามภาพ พบว่าที่บริเวณผิวรากเทียมที่สัมผัสกับกระดูกคอร์ติคัล (Cortical bone) มีแรงเค้น ปริมาณสูงกว่าบริเวณอื่นๆที่รากเทียมสัมผัสกับกระดูกโปร่ง สังเกตได้จากแถบสี แดง, ส้ม และเขียว ที่ปรากฏบริเวณรากเทียมส่วนที่อยู่ติดกับกระดูกคอร์ติคัล เทียบ กับแถบสีน้ำเงินและม่วงของบริเวณผิวรากเทียมที่อยู่ชิดกับกระดูกโปร่ง (spongy bone) ซึ่งแสดงค่าแรงเค้นที่ต่ำกว่า

นอกจากนั้นปรากฏการกระจายของแรงเค้นที่รากเทียมทั้งสามรากเทียม (ราก เทียมลำดับที่ 1, 3 และ 5) ในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกัน โดยสังเกตจากแถบ สีที่ปรากฏคล้ายคลึงกัน ยกเว้นในตำแหน่งด้านหลังของรากเทียมตำแหน่งที่ 3 ซึ่ง มองเห็นได้ชัดเจนจากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่าการสะสมของแรงเค้นที่ด้านหลังของราก เทียมตำแหน่งหน้าสุดของขากรรไกรดูเหมือนจะน้อยกว่ารากเทียมตำแหน่งที่อยู่หลัง กว่า สังเกตได้จากแถบสีม่วงและน้ำเงินที่รากเทียมตำแหน่งที่ 3 และแถบสีเขียวและ ส้มที่รากเทียมตำแหน่งที่ 1 และ 5



ภาพที่ 4.3 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ แสดงเฉพาะส่วนของรากเทียม และพื้นปดอมชนิดไฮบริดของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 แถบสีต่างๆในแบบจำลองแสดงการกระจายของแรงเค้นหลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนแบบจำลอง



ภาพที่ 4.4 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ แสดงเฉพาะส่วนของรากเทียม และพื้นปดอมชนิดไฮบริดของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 แถบสีต่างๆในแบบจำลองแสดงการกระจายของแรงเค้นหลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนแบบจำลอง

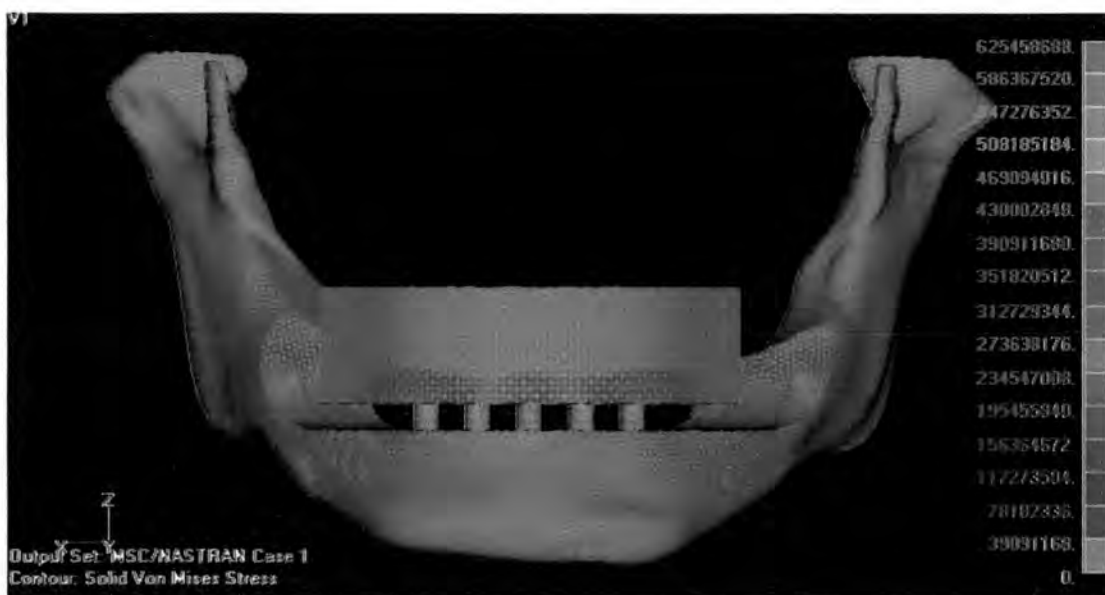


ภาพที่ 4.5 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ แสดงเฉพาะส่วนของรากเทียม และพื้นป्लอมชนิดไฮบริดของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 แถบสีต่างๆในแบบจำลองแสดงการกระจายของแรงเค้นหลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนแบบจำลอง

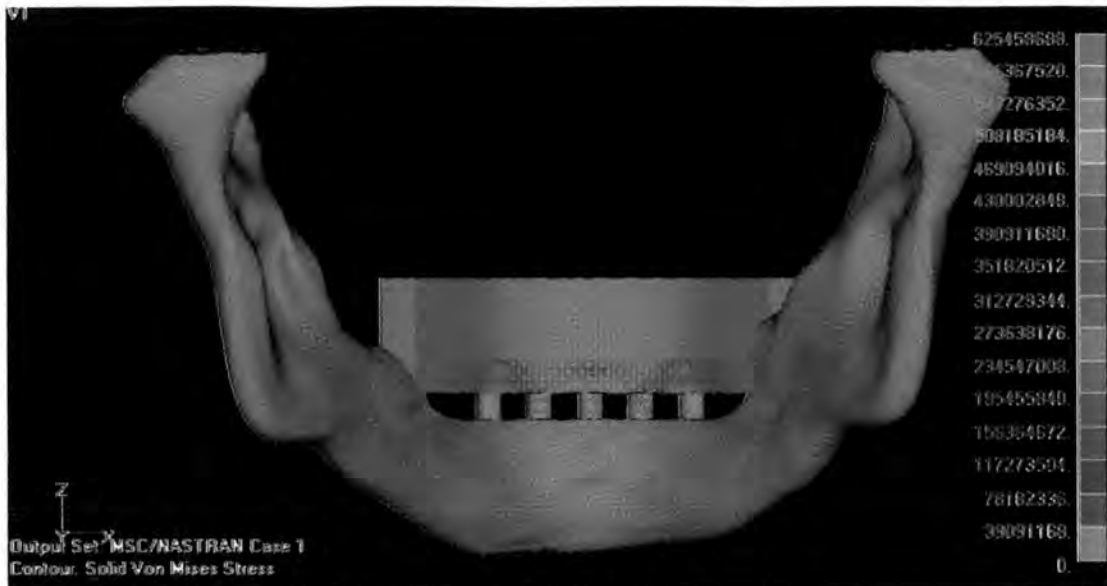
กลุ่มทดลองที่ 2

การกระจายแรงเค้นในแบบจำลองกลุ่มที่สอง ซึ่งประกอบด้วยรากเทียม 5 รากเทียมฝั่งที่ด้านหน้าของขากรรไกรล่างเพื่อรองรับพื้นป्लอมชนิดไฮบริด เมื่อให้แรงกดเคี้ยวตามวิธีการทดลองตอนที่ 1 ดังภาพที่ 4.6 และ 4.7 แสดงด้านหน้าและด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ พบว่าที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งหลังสุดทั้งสองข้างมีการสะสมของแรงเค้นเป็นปริมาณสูง และภาพที่ 4.8 และ 4.9 แสดงด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ พบการสะสมของแรงเค้นปริมาณที่แตกต่างกันในกระดูกขากรรไกรที่ตำแหน่งหลังต่อรากเทียมตำแหน่งหลังที่สุดซึ่งปรากฏเป็นแถบสีน้ำเงินและสีเขียวบนแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ เปรียบเทียบกับแถบสีม่วงของบริเวณรอบๆในแบบจำลอง พบว่าตำแหน่งที่มีการสะสมของแรงเค้นเป็นตำแหน่งที่ขากรรไกรมีความหนาในแนวตั้งน้อยกว่าบริเวณอื่นๆของขากรรไกรล่าง จากภาพจากมุมด้านข้างและด้านล่างดังแสดงด้วยภาพที่ 4.10 พบว่ามีการสะสมของแรงเค้นที่

บริเวณขอบด้านล่างของขากรรไกรซึ่งเป็นส่วนของกระดูกคอร์ติคัลที่อยู่หลังต่อราก
เทียมตำแหน่งสุดท้ายด้วย



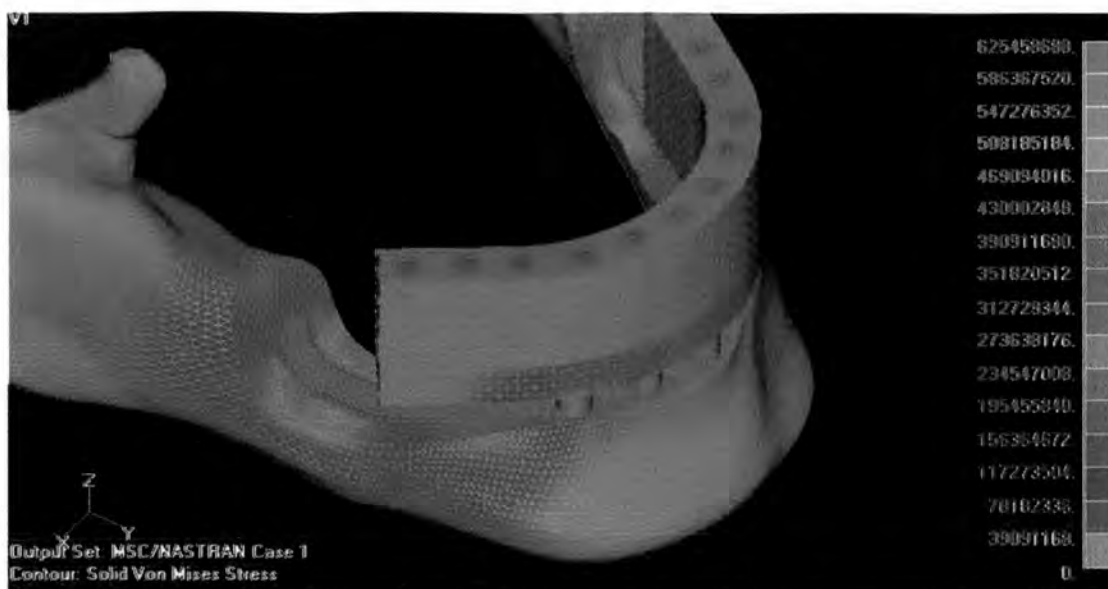
ภาพที่ 4.6 ด้านหน้าของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยราก
เทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอม
ชนิดไฮบริด ซึ่งปรากฏการสะสมของแรงเค้นบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายและใน
กระดูกขากรรไกรหลังต่อรากเทียมภายในแบบจำลองหลังจากได้รับแรงบดเคี้ยวแสดง
ให้เห็นด้วยแถบสีน้ำเงินและสีเขียว



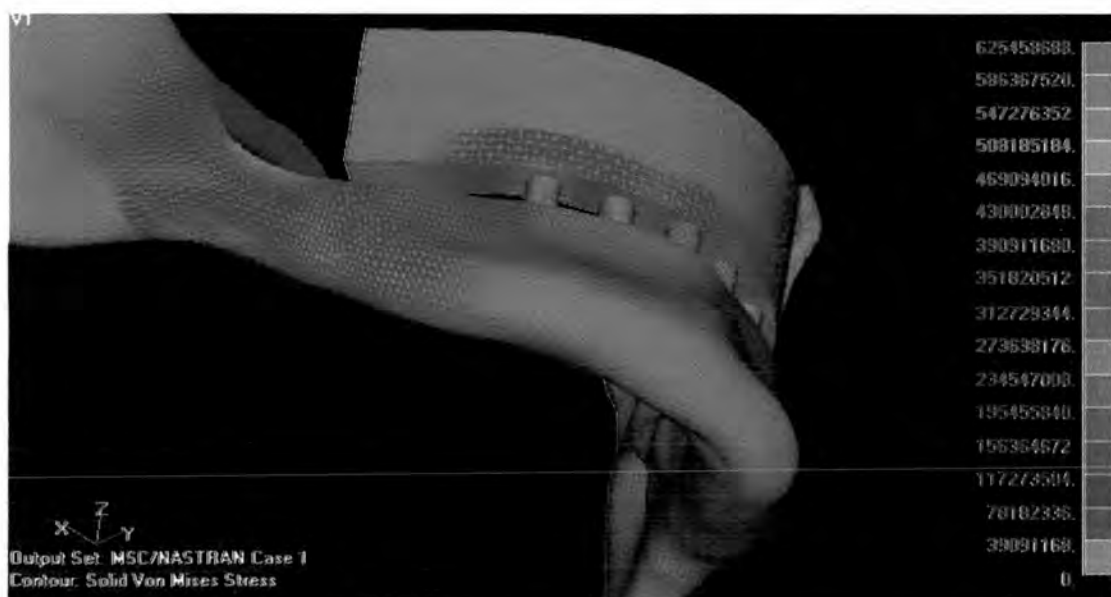
ภาพที่ 4.7 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ปรากฏการสะสมของแรงเค้นภายในแบบจำลองบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายและในกระดูกขากรรไกรหลังต่อรากเทียมภายในแบบจำลองหลังจากได้รับแรงบดเคี้ยวแสดงให้เห็นด้วยแถบสีน้ำเงินและสีเขียว



ภาพที่ 4.8 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอมชนิดไฮบริด ซึ่งปรากฏการกระจายของแรงเค้นภายในแบบจำลองหลังจากได้รับแรงบดเคี้ยวแสดงให้เห็นด้วยแถบสีต่างๆ

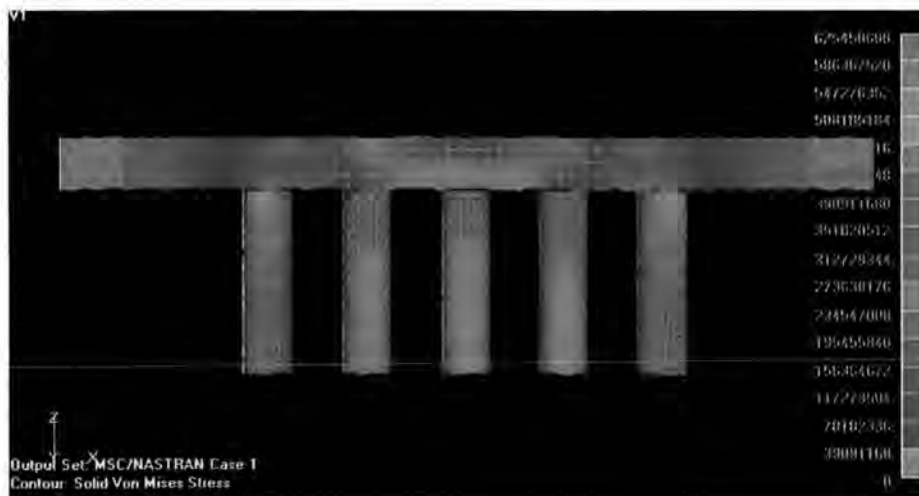


ภาพที่ 4.9 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ตำแหน่งสีน้ำเงินที่ปรากฏบนด้านบดเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริดจำนวน 12 จุด เป็นตำแหน่งที่ให้แรงบดเคี้ยวลงบนแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์

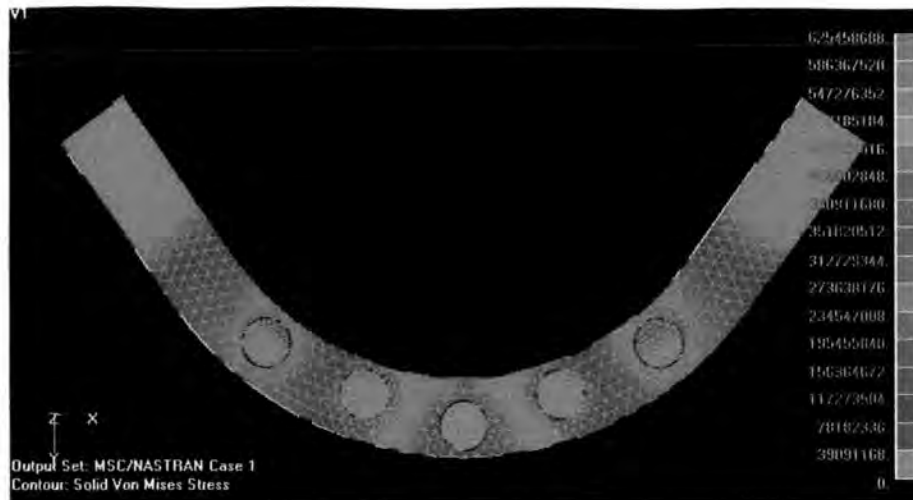


ภาพที่ 4.10 ด้านข้างและด้านล่างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอมชนิดไฮบริด ซึ่งปรากฏการสะสมของแรงเค้นที่รากเทียมตำแหน่งสุดท้ายและในกระดูกขากรรไกร

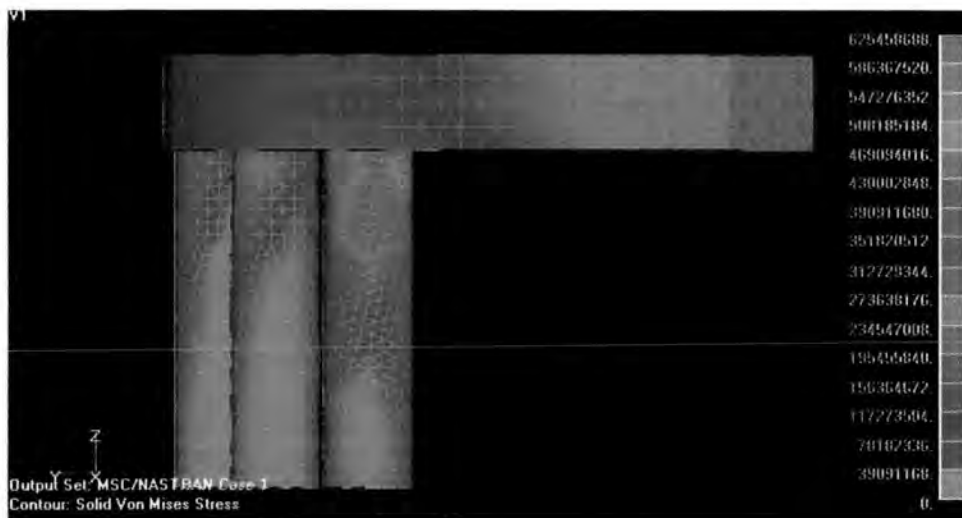
เพื่อศึกษาการกระจายของแรงเค้นที่บริเวณรากเทียมและผิวกระดูกครอบรากเทียมจึงศึกษาเฉพาะส่วนของแบบจำลองที่แสดงเฉพาะรากเทียมและฟันปลอมไฮบริด ภาพ 4.11 แสดงการกระจายของแรงเค้นที่บริเวณผิวของรากเทียมในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 เมื่อมีแรงกดเคี้ยวมากระทำอย่างสม่ำเสมอที่ด้านบนเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริด พบว่ามีการสะสมของแรงเค้นที่ผิวรากเทียมที่สัมผัสกับขอบบนของกระดูกครอบรากเทียมมากกว่าบริเวณอื่นๆ โดยรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายทั้งสองข้างของขากรรไกรเป็นตำแหน่งที่มีปริมาณแรงเค้นที่สะสมสูงกว่ารากเทียมที่อยู่ในตำแหน่งหน้ากว่า เมื่อพิจารณาที่ฟันปลอมไฮบริดพบการกระจายของแรงเค้นเป็นในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือการกระจายของแรงเค้นที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายจะสูงกว่ารากเทียมในตำแหน่งอื่น แสดงไว้ดังภาพที่ 4.12 และ 4.13 ซึ่งเมื่อพิจารณารากเทียมตำแหน่งที่ 3 ซึ่งเป็นรากเทียมที่อยู่หน้าที่สุดในภาพที่ 4.11 และ 4.12 พบว่าแถบสีที่ปรากฏบนผิวรากเทียมที่ 3 บริเวณด้านหลัง เป็นสีม่วงและไม่แตกต่างจากแถบสีบนรากเทียมตำแหน่งที่ 2 และ 4 ซึ่งแตกต่างจากผลของแรงเค้นที่ปรากฏบนรากเทียมตำแหน่งหน้าสุดของขากรรไกรในแบบจำลองกลุ่มที่ 1



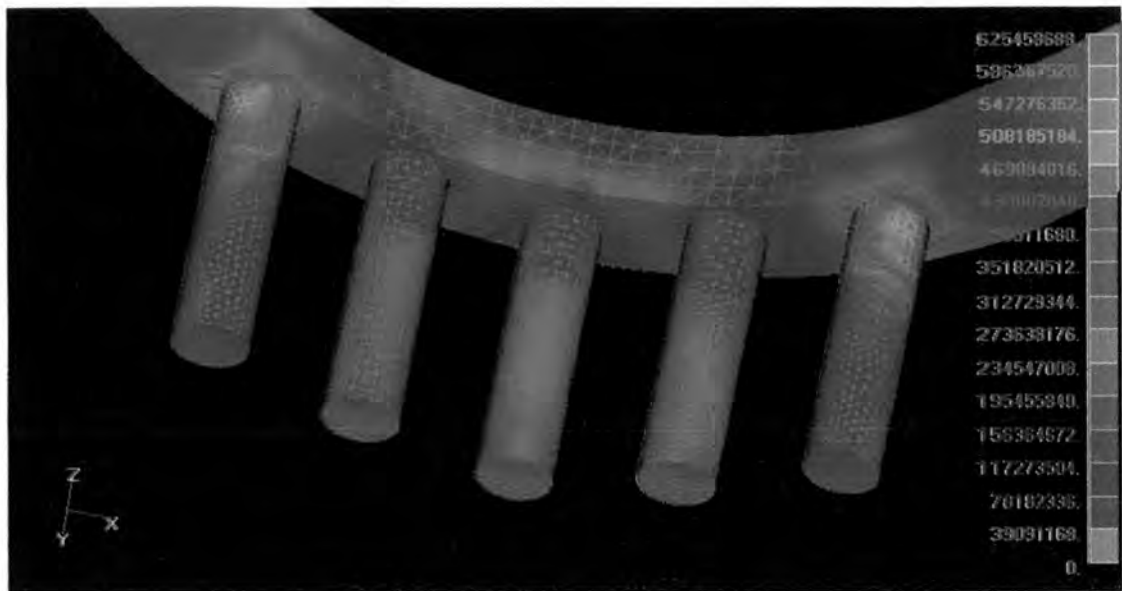
ภาพที่ 4.11 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอมชนิดไฮบริด พบแถบสีแสดงการสะสมของแรงเค้นที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้าย



ภาพที่ 4.12 แสดงด้านใต้ของพินปลอมไฮบริดในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ซึ่งมีรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับพินปลอมชนิดไฮบริด แถบสีแสดงการกระจายของแรงเค้นที่เกิดขึ้นในพินปลอมไฮบริด

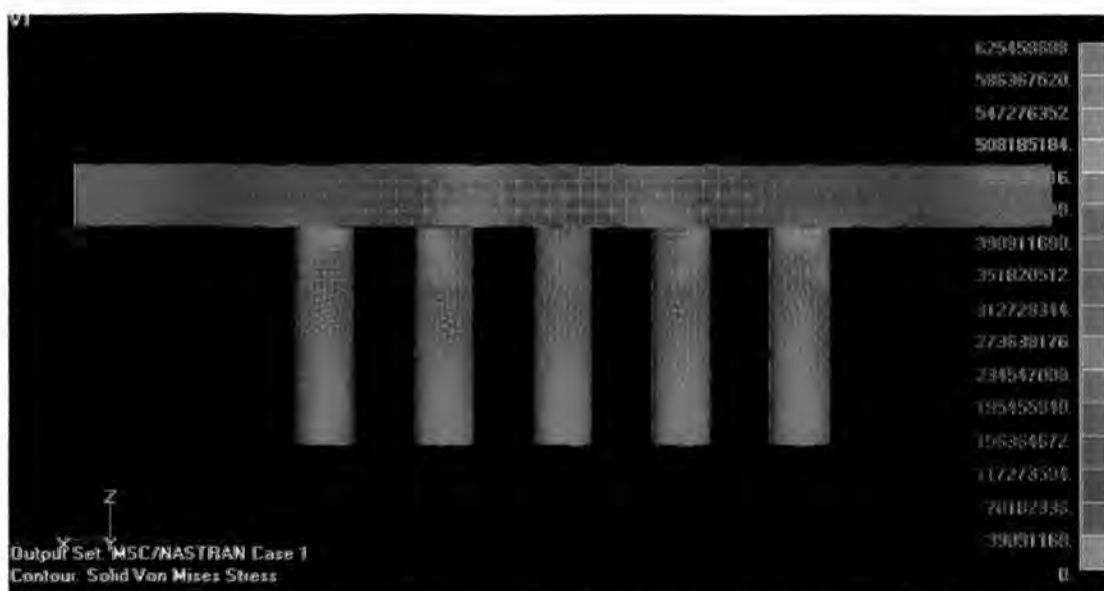


ภาพที่ 4.13 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ซึ่งมีรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับพินปลอมชนิดไฮบริด แถบสีแสดงการกระจายและการสะสมของแรงเค้นที่เกิดขึ้นที่รากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร



ภาพที่ 4.14 ด้านหลังและด้านกลางของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 ซึ่งมี รากเทียมจำนวน 5 รากเทียมถูกฝังในบริเวณด้านหน้าของซากรรไกรเพื่อรองรับพื้น ปรลอมชนิดไฮบริด แถบสีเขียวแสดงการกระจายและการสะสมของแรงเค้นที่เกิดขึ้นที่ รากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของซากรรไกร

เมื่อมองจากด้านหน้าจะเห็นว่าแถบสีแสดงการกระจายของแรงเค้นที่ผิวของ รากเทียมทุกรากเทียมค่อนข้างใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างรากเทียม ตำแหน่งหน้าและรากเทียมตำแหน่งหลังมากนัก ดังแสดงในภาพ 4.15



ภาพ 4.15 ด้านหน้าของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ แถบสี่ฟ้าบริเวณผิวของรากเทียมซึ่งสัมผัสกับกระดูกคอร์ติคัล (cortical bone) แสดงการสะสมของแรงเค้นที่รากเทียมทุกรากเทียมในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

ผลการทดลองตอนที่ 2

เมื่อทดสอบให้แรงกดเคี้ยวบนแบบจำลองตามวิธีการทดลองในตอนที่ 2 โดยกำหนดให้แรงกดเคี้ยวครั้งที่ 1 ที่เฉพาะตำแหน่งฟันหลังด้านขวา มีปริมาณ 325 N และแรงกดเคี้ยวครั้งต่อไปจะมีค่าน้อยลง 5 N กล่าวคือ แรงกดเคี้ยวครั้งที่ 2 มีปริมาณ 320 N ครั้งที่ 3 มีปริมาณ 315 N เป็นต้น ให้แรงกดเคี้ยวลงบนแบบจำลองจนครบ 21 ครั้ง คำนวนปริมาณแรงเค้นได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6, 7 และ 8

ตารางที่ 6 ผลการทดลองตอนที่ 2 แสดงค่าแรงเค้นที่คำนวณจากจุดวัดที่ 1-5

จุดวัดที่	1		2		3		4		5		
	กลุ่มทดลอง	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
แรงบิดเคียว											
325		76478400	113887888	5258516	5585899	4629524	5355364	7158794	7906223	27782470	40432920
320		75301808	112135768	5177616	5499962	4558300	5272973	7048658	7784588	27355048	39810876
315		74125216	110383648	5096715	5414025	4487077	5190583	6938524	7662954	26927624	39188828
310		72948624	108631528	5015815	5328088	4415854	5108193	6828388	7541320	26500202	38566784
305		71772032	106879408	4934915	5242151	4344630	5025803	6718253	7419686	26072780	37944740
300		70595440	105127280	4854014	5156214	4273407	4943413	6608118	7298052	25645356	37322696
295		69418856	103375160	4773114	5070277	4202184	4861023	6497982	7176417	25217934	36700648
290		68242264	101623040	4692214	4984340	4130960	4778632	6387847	7054783	24790512	36078608
285		67065672	99870920	4611314	4898404	4059736	4696241	6277712	6933149	24363090	35456564
280		65889080	98118800	4530413	4812467	3988513	4613852	6167576	6811515	23935666	34834516
275		64712488	96366680	4449513	4726530	3917289	4531462	6057441	6689880	23508244	34212472
270		63535900	94614560	4368613	4640593	3846066	4449071	5947305	6568246	23080820	33590428
265		62359308	92862432	4287713	4554656	3774842	4366681	5837170	6446613	22653398	32968382
260		61182720	91110312	4206813	4468719	3703619	4284291	5727035	6324978	22225974	32346336
255		60006128	89358192	4125912	4382782	3632396	4201901	5616900	6203344	21798552	31724292
250		58829536	87606072	4045012	4296845	3561172	4119510	5506765	6081710	21371130	31102248
245		57652948	85853944	3964112	4210908	3489949	4037120	5396629	5960075	20943/06	30480200
240		56476356	84101824	3883211	4124971	3418725	3954730	5286494	5838441	20516286	29858158
235		55299764	82349704	3802311	4039034	3347502	3872340	5176359	5716807	20088862	29236110
230		54123176	80597584	3721411	3953098	3276278	3789950	5066223	5595173	19661440	28614068
225		52946584	78845464	3640511	3867161	3205055	3707559	4956088	5473539	19234018	27992022
220		51769992	77093344	3559610	3781224	3133831	3625169	4845953	5351905	18806594	27369976
215		50593400	75341216	3478710	3695287	3062608	3542779	4735817	5230270	18379172	26747932

ตารางที่ 7 ผลการทดลองตอนที่ 2 แสดงค่าแรงเค้นที่คำนวณจากจุดวัดที่ 6-10

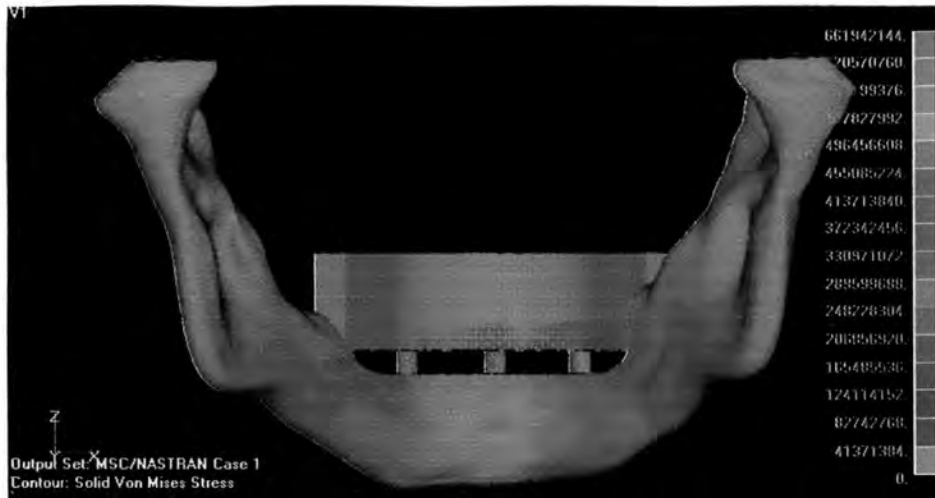
จุดวัดที่	6		7		8		9		10	
กลุ่มทดลอง แรงกดเดียว	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
325	30431600	17537908	3714879	2053725	2335619	1750270	1212182	702461	13374199	4875367
320	29963422	17268094	3657727	2022129	2299686	1723343	1193533	691654	13168442	4800362
315	29495244	16998280	3600575	1990533	2263754	1696416	1174884	680847	12962685	4725357
310	29027066	16728466	3543423	1958938	2227821	1669489	1156235	670040	12756929	4650351
305	28558886	16458652	3486271	1927342	2191889	1642561	1137586	659233	12551172	4575345
300	28090710	16188838	3429119	1895746	2155956	1615634	1118937	648426	12345414	4500340
295	27622530	15919024	3371967	1864150	2120023	1588707	1100288	637619	12139658	4425334
290	27154352	15649210	3314815	1832555	2084091	1561780	1081639	626812	11933901	4350328
285	26686172	15379396	3257663	1800959	2048158	1534852	1062990	616005	11728144	4275322
280	26217994	15109582	3200512	1769363	2012226	1507925	1044341	605198	11522387	4200317
275	25749816	14839768	3143359	1737767	1976293	1480998	1025693	594390	11316630	4125311
270	25281638	14569954	3086207	1706171	1940360	1454071	1007044	583583	11110874	4050306
265	24813458	14300140	3029055	1674576	1904428	1427144	988395	572776	10905117	3975300
260	24345282	14030326	2971903	1642980	1868495	1400216	969746	561969	10699359	3900294
255	23877102	13760512	2914751	1611384	1832563	1373289	951097	551162	10493603	3825288
250	23408924	13490698	2857599	1579788	1796630	1346362	932448	540355	10287846	3750283
245	22940746	13220884	2800447	1548193	1760697	1319435	913799	529548	10082089	3675277
240	22472566	12951070	2743295	1516597	1724765	1292507	895150	518741	9876332	3600272
235	22004388	12681257	2686143	1485001	1688832	1265580	876501	507934	9670575	3525266
230	21536210	12411442	2628992	1453405	1652900	1238653	857852	497127	9464818	3450260
225	21068030	12141628	2571839	1421810	1616967	1211726	839203	486319	9259061	3375255
220	20599854	11871814	2514687	1390214	1581034	1184798	820554	475512	9053304	3300249
215	20131674	11602001	2457535	1358618	1545102	1157871	801905	464705	8847547	3225243

ตารางที่ 8 ผลการทดลองตอนที่ 2 แสดงค่าแรงเค้นที่คำนวณจากจุดวัดที่ 11-15

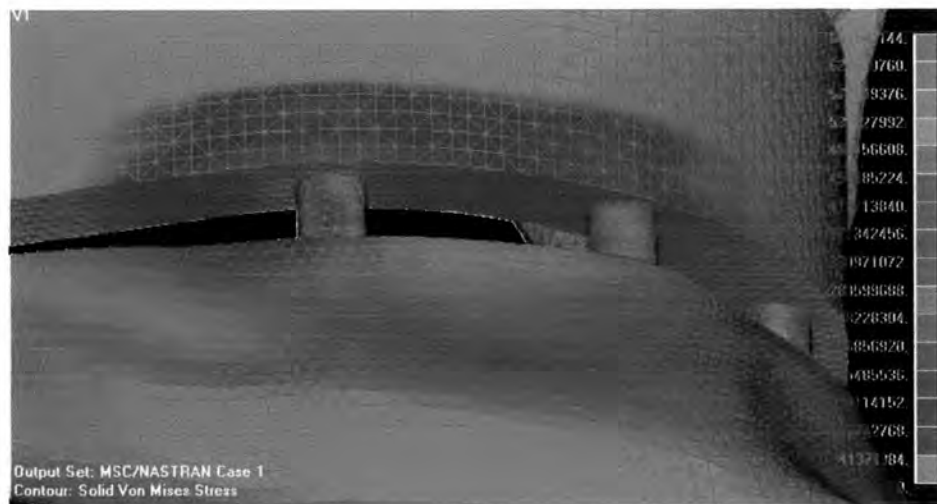
จุดวัดที่	11		12		13		14		15	
กลุ่มทดลอง	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
แรงบิดเคียว										
325	11184530	10210149	371853	419380	453762	372602	887437	761960	8323618	6838567
320	11012461	10053070	366132	412928	446781	366870	873785	750237	8195562	6733359
315	10840391	9895990	360411	406476	439800	361138	860132	738515	8067507	6628150
310	10668321	9738910	354691	400024	432819	355405	846479	726792	7939451	6522941
305	10496251	9581832	348970	393572	425838	349673	832826	715070	7811396	6417732
300	10324182	9424753	343249	387120	418857	343941	819173	703347	7683340	6312523
295	10152112	9267674	337528	380668	411876	338208	805520	691625	7555284	6207315
290	9980043	9110595	331807	374216	404895	332476	791867	679902	7427229	6102106
285	9807972	8953515	326087	367764	397914	326744	778214	668180	7299173	5996897
280	9635903	8796436	320366	361312	390933	321011	764562	656457	7171117	5891689
275	9463833	8639357	314645	354860	383952	315279	750909	644735	7043061	5786480
270	9291764	8482278	308924	348408	376971	309547	737256	633012	6915006	5681271
265	9119694	8325199	303203	341956	369990	303814	723603	621290	6786950	5576062
260	8947624	8168120	297482	335504	363009	298082	709950	609568	6658894	5470854
255	8775555	8011040	291762	329052	356028	292350	696297	597845	6530839	5365645
250	8603485	7853961	286041	322600	349047	286617	682644	586123	6402783	5260436
245	8431415	7696882	280320	316148	342066	280885	668991	574400	6274728	5155228
240	8259346	7539803	274599	309696	335085	275153	655338	562678	6146672	5050019
235	8087276	7382723	268878	303244	328104	269420	641686	550955	6018616	4944810
230	7915206	7225644	263158	296792	321123	263688	628033	539233	5890561	4839601
225	7743137	7068565	257437	290340	314143	257955	614380	527510	5762505	4734393
220	7571066	6911486	251716	283888	307162	252223	600727	515788	5634449	4629184
215	7398997	6754406	245995	277436	300181	246491	587074	504066	5506394	4523975

กลุ่มทดลองที่ 1

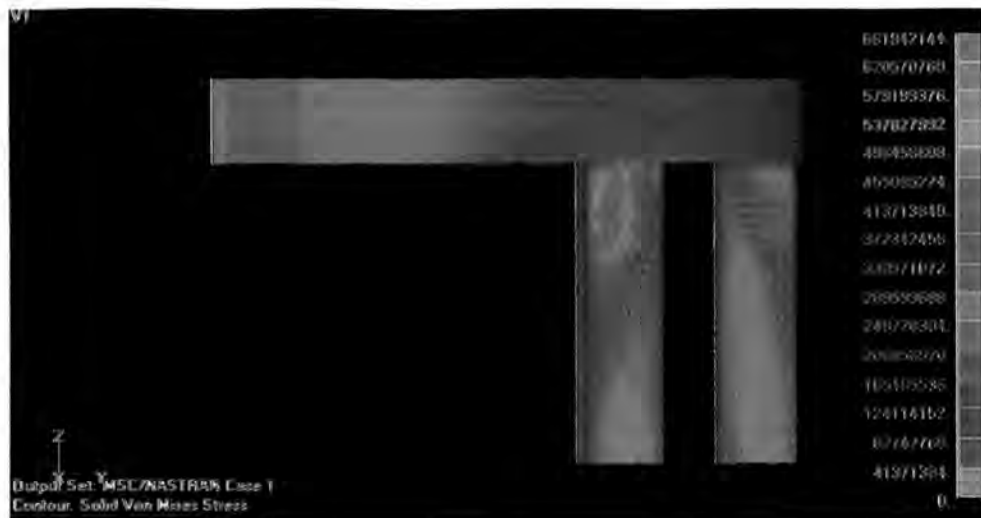
การกระจายของแรงเค้นเมื่อได้รับแรงบดเคี้ยวตามวิธีการทดลองตอนที่ 2 ในแบบจำลองแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีรากเทียมจำนวน 3 รากเทียมรองรับพื้นปลอมชนิดไฮบริดถูกแสดงไว้ดังภาพที่ 4.16 เนื่องจากเมื่อให้แรงบดเคี้ยวในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าลักษณะการกระจายของแรงเค้นที่เกิดขึ้นในแบบจำลองมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน จึงไม่ได้แสดงรูปการกระจายของแรงเค้นในทุกแบบ จะแสดงเพียงแต่รูปตัวอย่างของแบบจำลองในกลุ่มทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 2 เท่านั้น ในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่าเกิดการสะสมของแรงเค้นที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งหลังสุดในด้านเดียวกับแรงบดเคี้ยว (รากเทียมตำแหน่งที่ 1) สูงกว่าที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งอื่นๆ ซึ่งจะเห็นการแสดงความแตกต่างของแถบสีอย่างชัดเจนในภาพที่ 4.17 และพบว่าที่รากเทียมตำแหน่งที่ 3 มีการสะสมของแรงเค้นสูงกว่ารากเทียมตำแหน่งที่ 5 ซึ่งอยู่ตรงข้ามของขากรรไกรด้านที่มีแรงบดเคี้ยว จากภาพที่ 4.18 จะเห็นว่าที่รากเทียมตำแหน่งที่ 3 พบการสะสมของแรงเค้นที่บริเวณด้านหน้าสูงกว่าที่ผิวบริเวณด้านหลัง แต่ที่รากเทียมตำแหน่งที่ 1 พบการสะสมของแรงเค้นที่บริเวณด้านหลังสูงกว่า



ภาพที่ 4.16 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 เมื่อให้แรงกดเคี้ยวที่บริเวณด้านขวาของด้านบดเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริด จึงเกิดการกระจายของแรงเค้นมีลักษณะเป็นดังภาพ

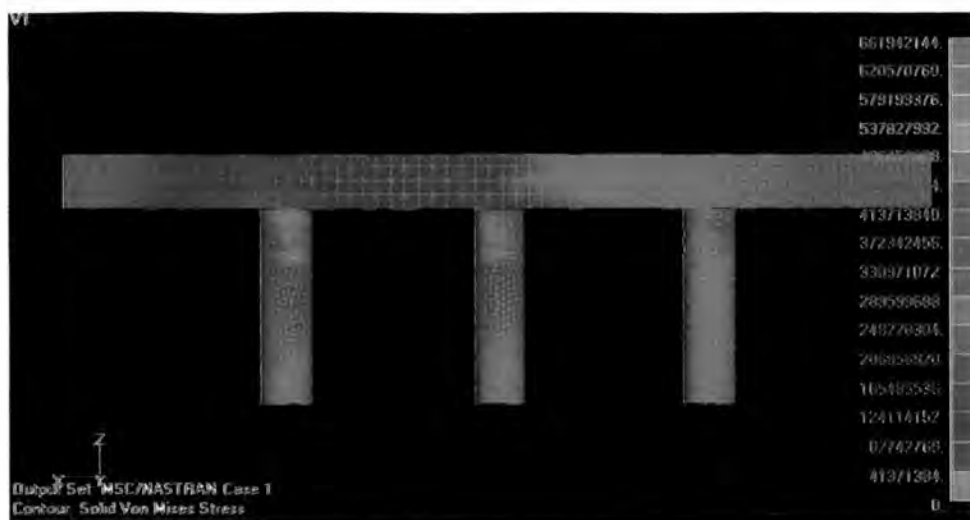


ภาพที่ 4.17 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 เมื่อให้แรงกดเคี้ยวที่บริเวณด้านขวาของด้านบดเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริด จึงเกิดการกระจายของแรงเค้นที่รากเทียมตำแหน่งที่ 1 มากกว่าตำแหน่งที่ 3 และมากกว่าตำแหน่งที่ 5



ภาพที่ 4.18 แสดงด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 เมื่อให้แรงกดเดี่ยวที่บริเวณด้านขวาของด้านบดเดี่ยวของพินปลอมไฮบริด จึงเกิดการกระจายของแรงเค้นที่ด้านหลังรากเทียมตำแหน่งที่ 1 มากกว่ารากเทียมตำแหน่งที่ 3

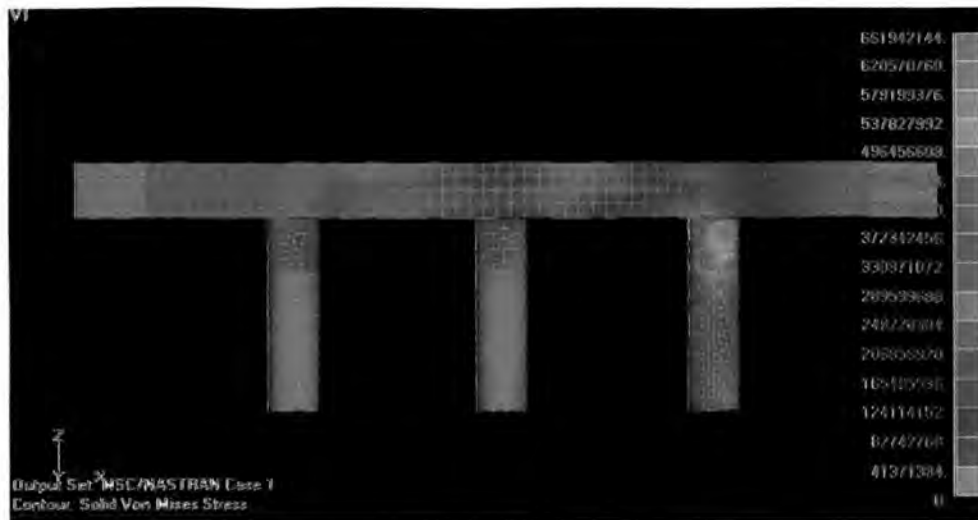
จากภาพที่ 4.19 ภาพด้านหน้าของแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งที่พบการสะสมของแรงเค้นคือที่รากเทียมตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 3 และจากภาพที่ 4.20 และ 4.21 จะเห็นว่าที่ตำแหน่งบริเวณด้านหลังของรากเทียมตำแหน่งที่ 3 พบการสะสมของแรงเค้นปริมาณสูงที่สุดในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณที่รากเทียมสัมผัสกับกระดูกคอรัติคัล ส่วนบริเวณที่เป็นกระดูกโปร่งนั้นแสดงปริมาณแรงเค้นเป็นแถบสีม่วง และไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างรากเทียมทั้งสามตำแหน่งในแบบจำลองกลุ่มนี้



ภาพที่ 4.19 แสดงด้านหน้าของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 เมื่อให้แรงบิดเคี้ยวที่บริเวณด้านขวาของด้านบดเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริด จึงเกิดการกระจายของแรงเค้นที่รากเทียมตำแหน่งที่ 1 และ 3 มากกว่ารากเทียมตำแหน่งที่ 5



ภาพที่ 4.20 ด้านหลังและด้านล่างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 เมื่อให้แรงบิดเคี้ยวที่บริเวณด้านขวาของด้านบดเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริด จึงเกิดการกระจายของแรงเค้นที่ด้านหลังรากเทียมตำแหน่งที่ 1 มากกว่ารากเทียมตำแหน่งที่ 3 และ รากเทียมตำแหน่งที่ 5



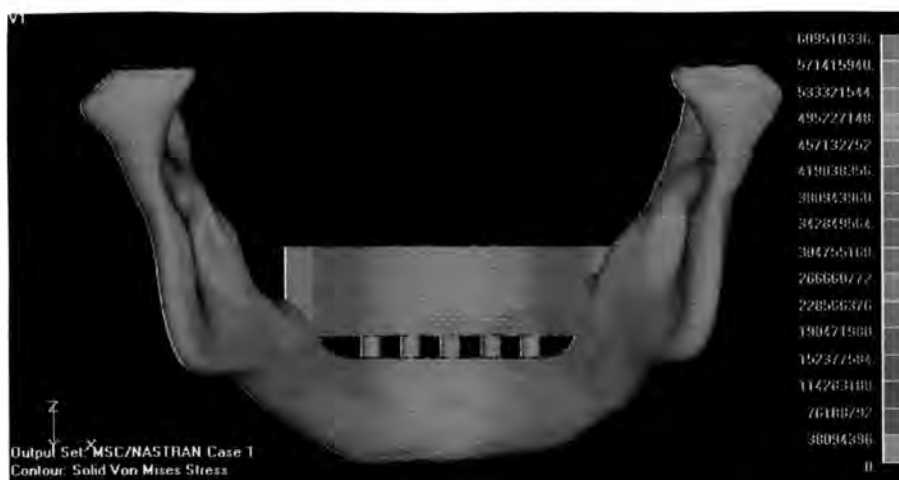
ภาพที่ 4.21 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 1 เมื่อให้แรงกดเคี้ยวที่บริเวณด้านขวาของด้านบดเคี้ยวของฟันปลอมไฮบริด จึงเกิดการกระจายของแรงเค้นที่ด้านหลังรากเทียมตำแหน่งที่ 1 มากกว่ารากเทียมตำแหน่งที่ 3 และ ตำแหน่งที่ 5

กลุ่มทดลองที่ 2

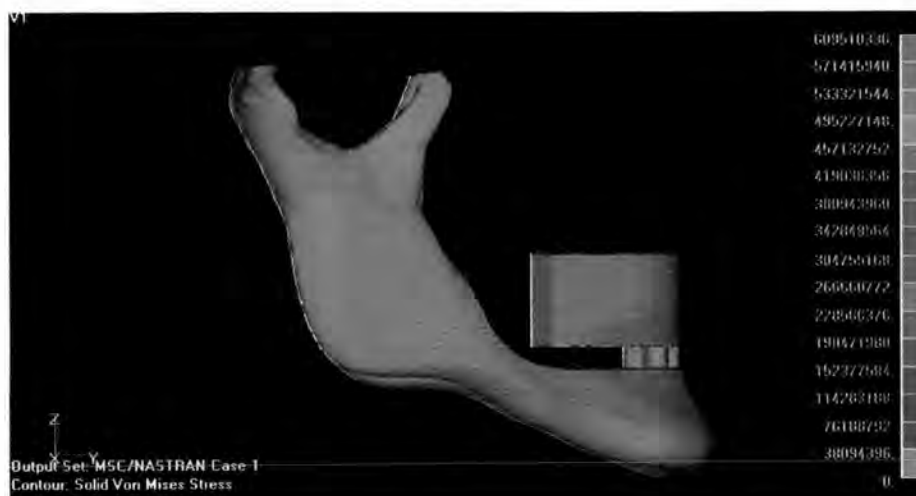
การกระจายของแรงเค้นเมื่อได้รับแรงบดเคี้ยวตามวิธีการทดลองตอนที่ 2 ในแบบจำลองแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีรากเทียมจำนวน 5 รากเทียมที่ถูกฝังไว้บริเวณด้านหน้าของขากรรไกรเพื่อรองรับฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการกระจายแรงเค้นในแบบจำลองดังแสดงในภาพที่ 4.22, 4.23 และ 4.24 ซึ่งพบว่าการสะสมของแรงเค้นที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายด้านเดียวกับแรงบดเคี้ยว



ภาพที่ 4.22 ด้านหน้าของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร



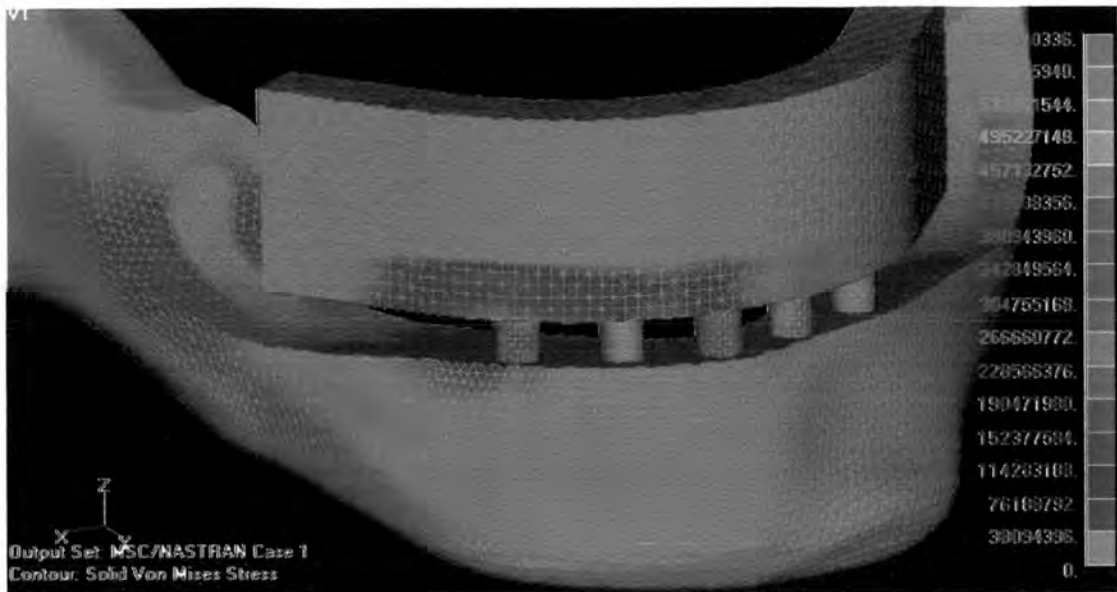
ภาพที่ 4.23 ด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร



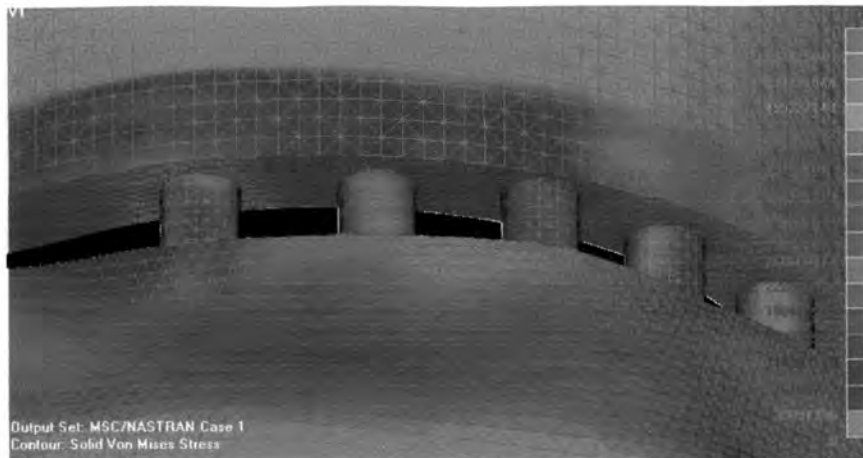
ภาพที่ 4.24 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินบริเวณฟันปลอมไฮบริดที่ติดกับรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร

ภาพที่ 4.25, 4.26 และ 4.27 แสดงให้เห็นชัดเจนถึงตำแหน่งที่มีการสะสมของแรงเค้นในด้านที่มีแรงบิดเคี้ยวมีปริมาณสูงกว่าแบบจำลองด้านตรงกันข้าม โดยพบ

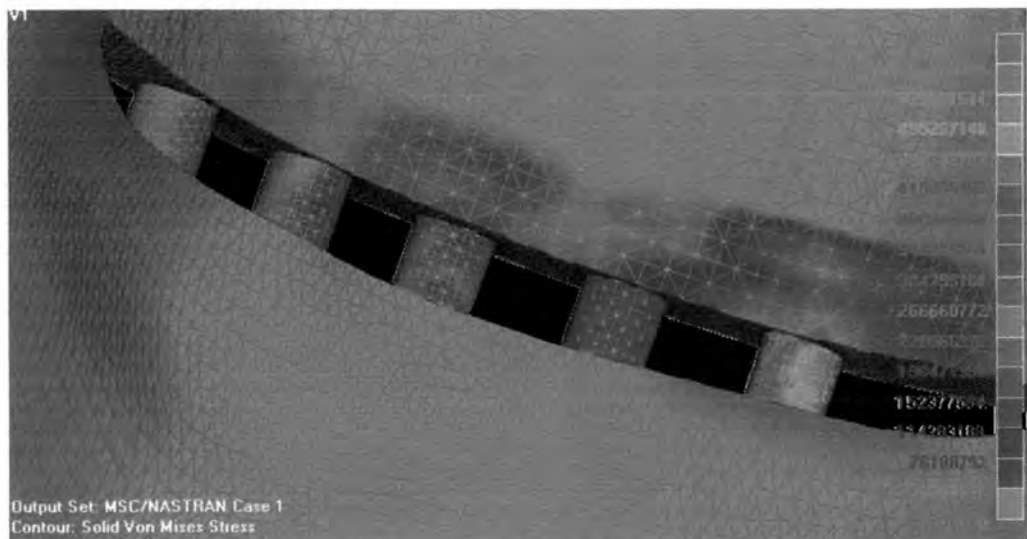
ว่า จากภาพ 4.27 ที่ตำแหน่งด้านหลังของรากเทียมที่อยู่หลังสุดของขากรรไกรเกิดการสะสมของแรงเค้นสูงกว่าตำแหน่งอื่นๆ



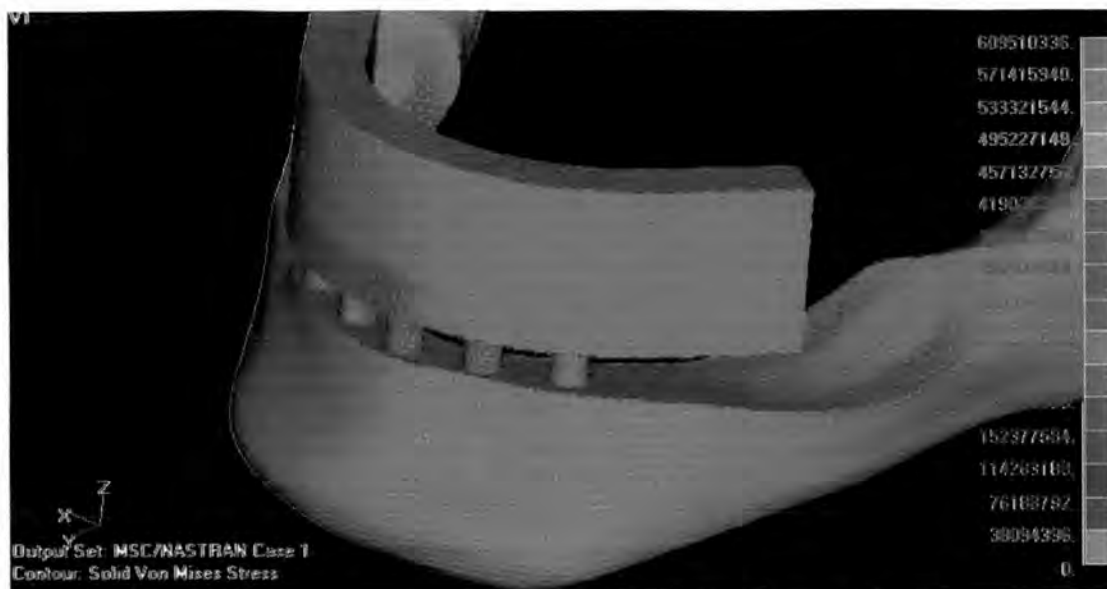
ภาพที่ 4.25 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินบริเวณรากเทียมตำแหน่งที่ 1, 2, และ 3 และพบการสะสมของแรงเค้นบริเวณฟันปลอมไฮบริดด้านเดียวกับแรงบิดเคี้ยว



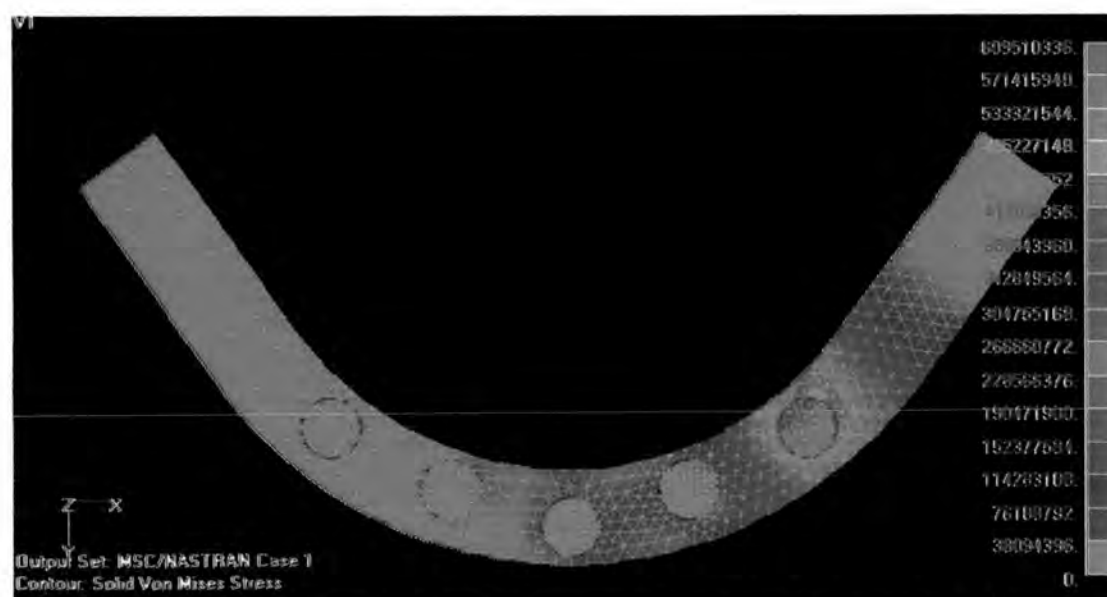
ภาพที่ 4.26 ด้านหน้าและด้านล่างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของพื้นปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินและสีเขียวบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร และมีแรงเค้นปริมาณสูงด้านใต้ของพื้นปลอมที่ติดกับรากเทียมตำแหน่งสุดท้าย



ภาพที่ 4.27 แสดงด้านหลังของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของพื้นปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงิน, สีเขียว และสีส้ม ที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร โดยการกระจายของแรงเค้นที่รากเทียมด้านตรงข้ามอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า



ภาพที่ 4.28 ด้านข้างของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการกระจายของแรงเค้นมาที่ด้านตรงข้ามกับแรงบิดเคี้ยวมีระดับที่ต่ำกว่า ซึ่งแสดงด้วยสีม่วงบริเวณรากเทียมที่ 4 และ 5 รวมทั้งบริเวณฟันปลอมไฮบริดและกระดูกขากรรไกรโดยรอบ

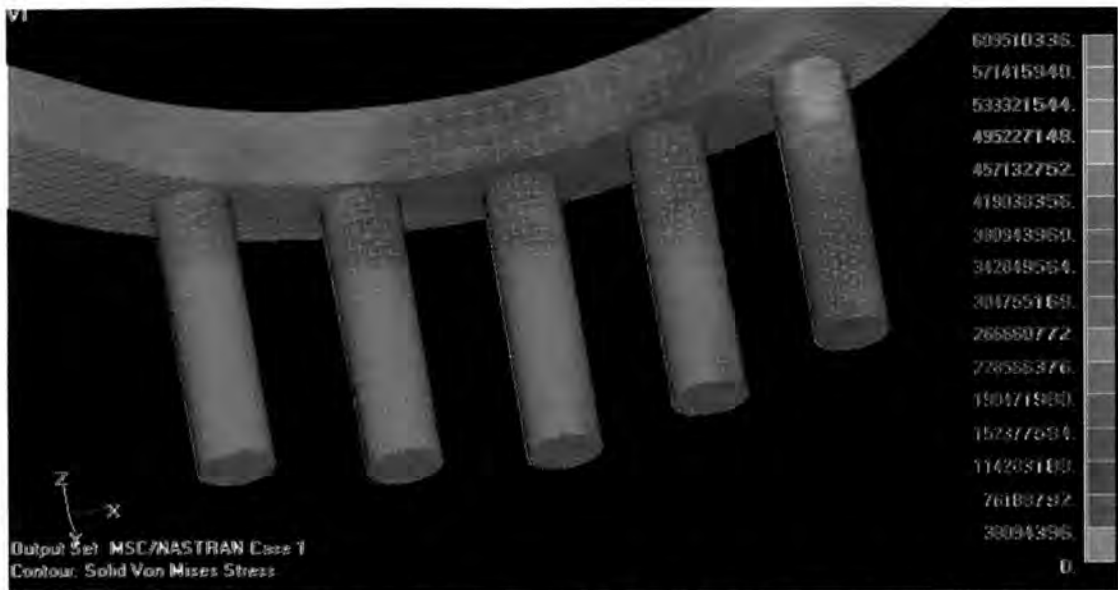


ภาพที่ 4.29 ด้านใต้ของฟันปลอมไฮบริดในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินบริเวณใต้ฟันปลอมตรงกับรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร ในขณะที่ด้านตรงข้ามพบการกระจายของแรงเค้นปริมาณที่ต่ำกว่า

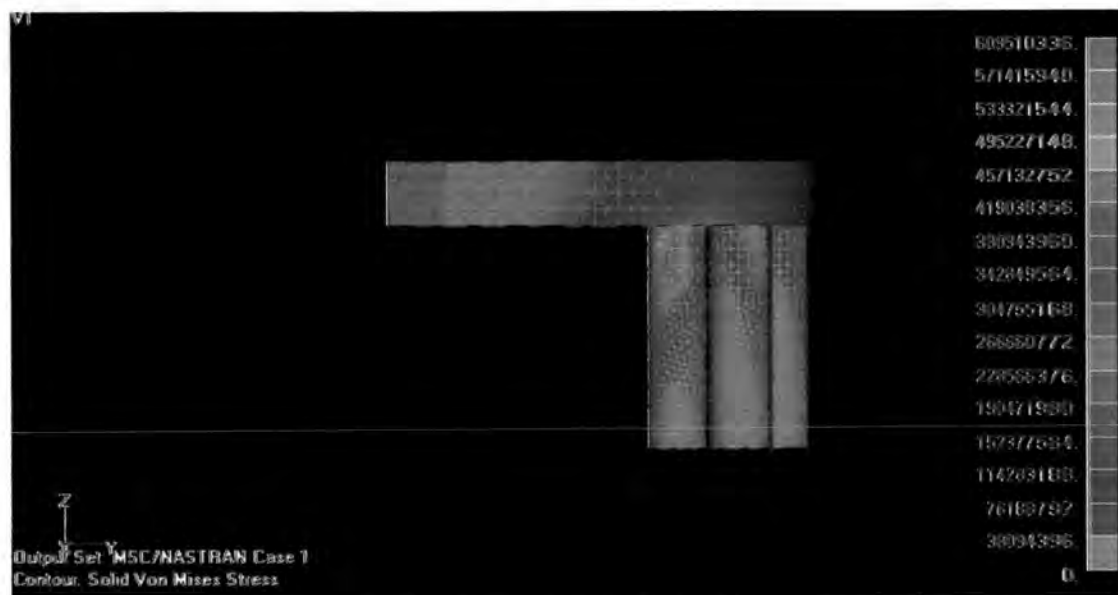
เมื่อพิจารณาการกระจายของแรงเค้นที่ผิวของรากเทียมที่ประชิดกับกระดูกในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ สามารถแสดงได้ด้วยภาพที่ 4.30 และ 4.31 พบว่าการสะสมของแรงเค้นที่รากเทียมตำแหน่งสุดท้ายด้านเดียวกับแรงบิดเดียวเป็นปริมาณที่สูงกว่าตำแหน่งอื่นๆ ภาพด้านข้างของแบบจำลองซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 4.32 แสดงให้เห็นว่าที่ด้านหน้าของรากเทียมตำแหน่งที่ 3 มีการสะสมของแรงเค้นที่สูงกว่าด้านหลัง ซึ่งต่างจากรากเทียมตำแหน่งที่ 1 ที่ด้านหลังของรากเทียมพบการสะสมของแรงเค้นที่สูงกว่า ภาพด้านหน้าของแบบจำลองแสดงการสะสมของแรงเค้นที่บริเวณรากเทียมตำแหน่งที่ 3 ซึ่งอยู่หน้าที่สุดของขากรรไกร และรากเทียมตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 โดยไม่พบแรงเค้นปริมาณสูงที่รากเทียมตำแหน่งที่ 4 และตำแหน่งที่ 5 ดังแสดงในภาพที่ 4.33 และ 4.34



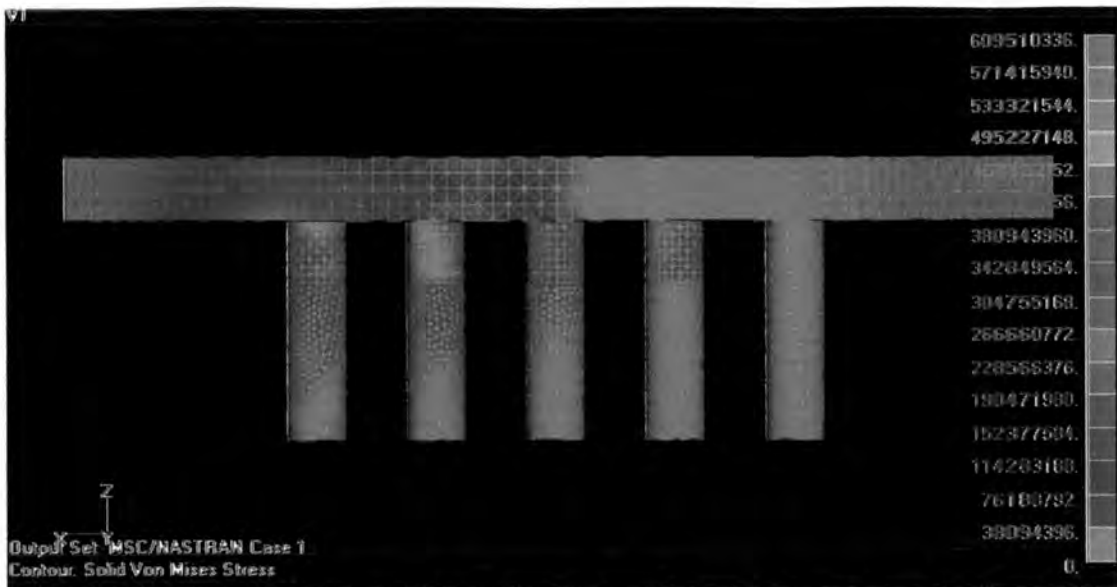
ภาพที่ 4.30 ด้านหลังรากเทียมในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงบิดเดียวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงิน, สีเขียว และสีส้มที่ตำแหน่งผิวประชิดกับกระดูกคอรัติคัลบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร



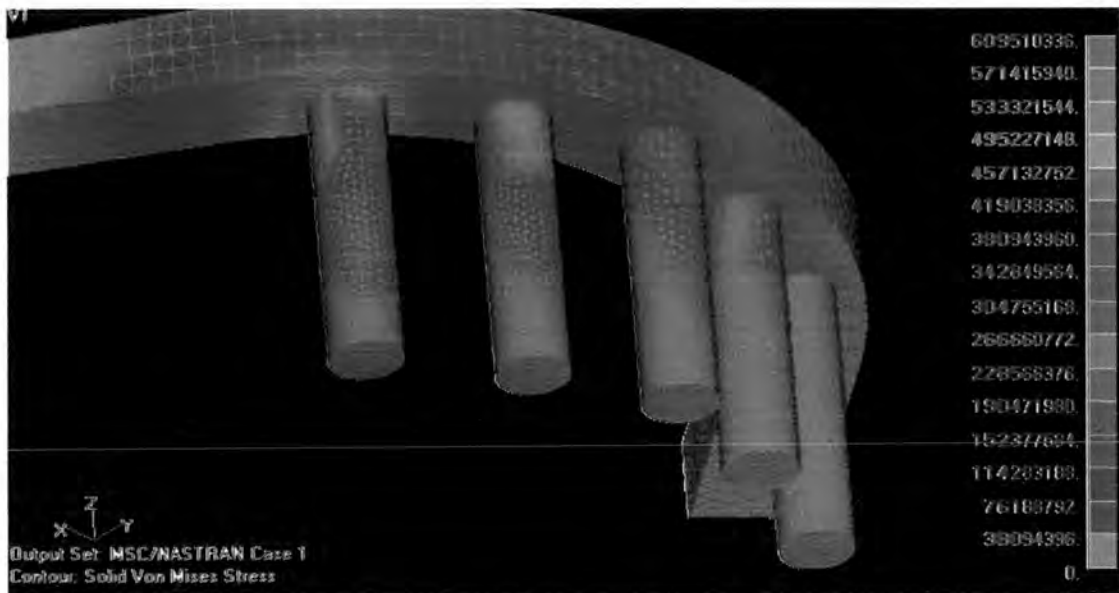
ภาพที่ 4.31 แสดงด้านหลังและด้านล้างของรากเทียมในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนด้านขวาของพื้นป्लอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงิน, สีเขียว และสีส้มที่ตำแหน่งผิวประชิดกับกระดูกคอรัติกัลบริเวณรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร



ภาพที่ 4.32 ด้านข้างของรากเทียมในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนด้านบดเคี้ยวด้านขวาของพื้นป्लอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงิน, สีเขียว และสีส้มที่ตำแหน่งผิวประชิดกับกระดูกคอรัติกัลบริเวณด้านหลังของรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร และแถบสีน้ำเงินที่ด้านหน้าของรากเทียมตำแหน่งที่ 2 และ 3



ภาพที่ 4.33 ด้านหน้าของรากเทียมในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินสีฟ้าที่ตำแหน่งผิวประชิดกับกระดูกคอรัติคัลบริเวณรากเทียมตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3



ภาพที่ 4.34 ด้านข้างและด้านล่างของรากเทียมในแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กลุ่มที่ 2 หลังจากให้แรงกดเคี้ยวบนด้านขวาของฟันปลอมชนิดไฮบริด พบการสะสมของแรงเค้นซึ่งแสดงด้วยแถบสีน้ำเงินและสีเขียว ที่ตำแหน่งผิวประชิดกับกระดูกคอรัติคัลบริเวณด้านหลังของรากเทียมตำแหน่งสุดท้ายของขากรรไกร และที่บริเวณด้านหน้าของรากเทียมตำแหน่งที่ 2 และ 3

จากการทดลอง เป็นการศึกษาค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลายตัว ได้แก่ จำนวนและการเรียงตัวของรากเทียม (X_1) และปริมาณแรงบิดเคี้ยว (X_2) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ โดยจำนวนและการเรียงตัวของรากเทียมเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative variable) ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่ประกอบด้วย 3 รากเทียม (กลุ่ม 1) และกลุ่มที่ประกอบด้วย 5 รากเทียม (กลุ่ม 2) ซึ่งไม่สามารถวัดค่าออกมาได้ว่ามากหรือน้อย ส่วนค่าแรงเค้น (Y) ที่วัดได้จากแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและการเรียงตัวของรากเทียม (X_1) และปริมาณแรงบิดเคี้ยว (X_2) กับแรงเค้น (Y) ที่วัดได้จากแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ จะต้องมีการกำหนดค่าให้ตัวแปร จำนวนและการเรียงตัวของรากเทียม (X_1) มีค่าได้สองค่า คือ 0 และ 1 หรือ

$$X_1 = 0 \quad \text{ถ้าเป็นกลุ่มทดลองที่ 1}$$

$$X_1 = 1 \quad \text{ถ้าเป็นกลุ่มทดลองที่ 2}$$

การกำหนดค่า X_1 ดังนี้จะทำให้สามารถวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามได้ง่าย สำหรับตัวแปร X_1 ซึ่งแทนจำนวนและการเรียงตัวของรากเทียม นั้น บางครั้งจะเรียกว่า ตัวแปรเทียม (Dummy variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงถึงค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรเชิงคุณภาพนั่นเอง

สมการแสดงความถดถอยคือ

$$Y = B_0 + B_1 X + A_0 K + A_1 KX \quad \text{เมื่อ } K \text{ เป็นค่าคงที่} \quad (1)$$

จากสมการแสดงความถดถอย (1) แสดงว่าถ้า $A_0 = 0$ และ $A_1 = 0$ จะได้สมการแสดงความถดถอย(2) ดังนี้คือ

$$Y = B_0 + B_1 X \quad \text{เมื่อ } A_0 \text{ และ } A_1 = 0 \quad (2)$$

หมายความว่า ถ้า $A_0 = 0$ และ $A_1 = 0$ แสดงว่าเส้นตรงที่แทนค่าแรงเค้น (Y) ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นเส้นเดียวกัน แต่ถ้า $A_0 \neq 0$ หรือ $A_1 \neq 0$ แสดงว่าเส้นตรงที่แทนค่าแรงเค้น (Y) ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นคนละเส้น หรือค่าแรงเค้น (Y) ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกัน ดังนั้นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเทียมเป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Y) ที่ระดับต่างๆ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรเทียมจึงเป็นการ

ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามทีละระดับต่างๆ ตั้งสมมติฐานดังนี้คือ

$$H_0 : A_0 = 0, A_1 = 0$$

$$H_1 : A_0 \neq 0 \text{ และ/หรือ } A_1 \neq 0$$

จากนั้นทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบ F

$$MS_{\text{extra}} = (S_1 - S_2) / (df_1 - df_2) \quad (3)$$

$$F = MS_{\text{extra}} / \sigma^2 \quad (4)$$

$$F_{\text{table}} = F(V_1, V_2, (1-\alpha)\%)$$

$$\text{เมื่อ } \alpha = 1\%$$

ถ้า $F > F_{\text{table}}$ หมายถึง H_0 ไม่เป็นจริง หรือปฏิเสธ H_0 แสดงว่า สมการแสดงความถดถอย (1) $Y = B_0 + B_1 X + A_0 K + A_1 KX$ เป็นจริง ดังนั้นจะสรุปได้ว่าเส้นตรงที่แทนค่าแรงเค้น (Y) ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่เป็นเส้นเดียวกันที่ระดับความมั่นใจ 99%

จากผลการทดลองตอนที่ 1 สามารถสรุปผลทางสถิติได้เป็นดังตารางที่ 9 โดยดูข้อมูลในการคำนวณได้จากภาคผนวก ก

ตารางที่ 9 แสดงค่า F เปรียบเทียบกับ F_{table} ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ตอนที่ 1)

จุดวัดที่	F	F ($V_1, V_2, 99\%$)
1	229246.52	5.18
2	1101.88	5.18
3	11942.45	5.18
4	2233041.26	5.18
5	457882.93	5.18
6	82114.32	5.18
7	235999.72	5.18
8	54264.28	5.18
9	184319.58	5.18
10	59891.25	5.18
11	46321.41	5.18
12	18179.23	5.18
13	536.92	5.18
14	122632.52	5.18
15	5334.02	5.18

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า ค่า F จากทุกตำแหน่งวัดในการทดลองตอนที่ 1 มีค่ามากกว่า F_{table} ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% หมายความว่า H_0 ไม่เป็นจริง หรือปฏิเสธ H_0 หรือค่าแรงเค้น (Y) ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกัน ที่ระดับความมั่นใจ 99%

จากผลการทดลองตอนที่ 2 พบว่าไม่สามารถคำนวณค่า F ได้ เพราะจากสมการที่ 4 ค่า δ^2 ที่คำนวณได้มีค่าเป็น 0 (ภาคผนวก ข) ยกเว้นเฉพาะที่ตำแหน่งวัดที่ 1 และ 5 เท่านั้นที่ค่า δ^2 ไม่ได้มีค่าเป็น 0 และเมื่อแทนค่าในสมการแล้วได้ค่า F ของจุดวัดที่ 1 มีค่าเท่ากับ $1.12753E+15$ และค่า F ของจุดวัดที่ 5 มีค่าเท่ากับ $6044681E+14$ ในขณะที่ $F(\text{table})$ คือ $F(2,42,99\%)$ มีค่าเท่ากับ 5.06 แสดงว่าค่า F จากตำแหน่งวัดที่ 1 ในการทดลองตอนที่ 2 มีค่ามากกว่า F_{table} ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% หมายความว่า H_0 ไม่เป็นจริง หรือปฏิเสธ H_0 หรือค่าแรงเค้น (Y) ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกัน ที่ระดับความมั่นใจ 99% ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่า F เปรียบเทียบกับ F_{table} ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ตอนที่ 2)

จุดวัดที่	F	$F(V_1, V_2, 99\%)$
1	1.12753×10^{15}	5.06
2	-	5.06
3	-	5.06
4	-	5.06
5	6044681×10^{14}	5.06
6	-	5.06
7	-	5.06
8	-	5.06
9	-	5.06
10	-	5.06
11	-	5.06
12	-	5.06
13	-	5.06
14	-	5.06
15	-	5.06