

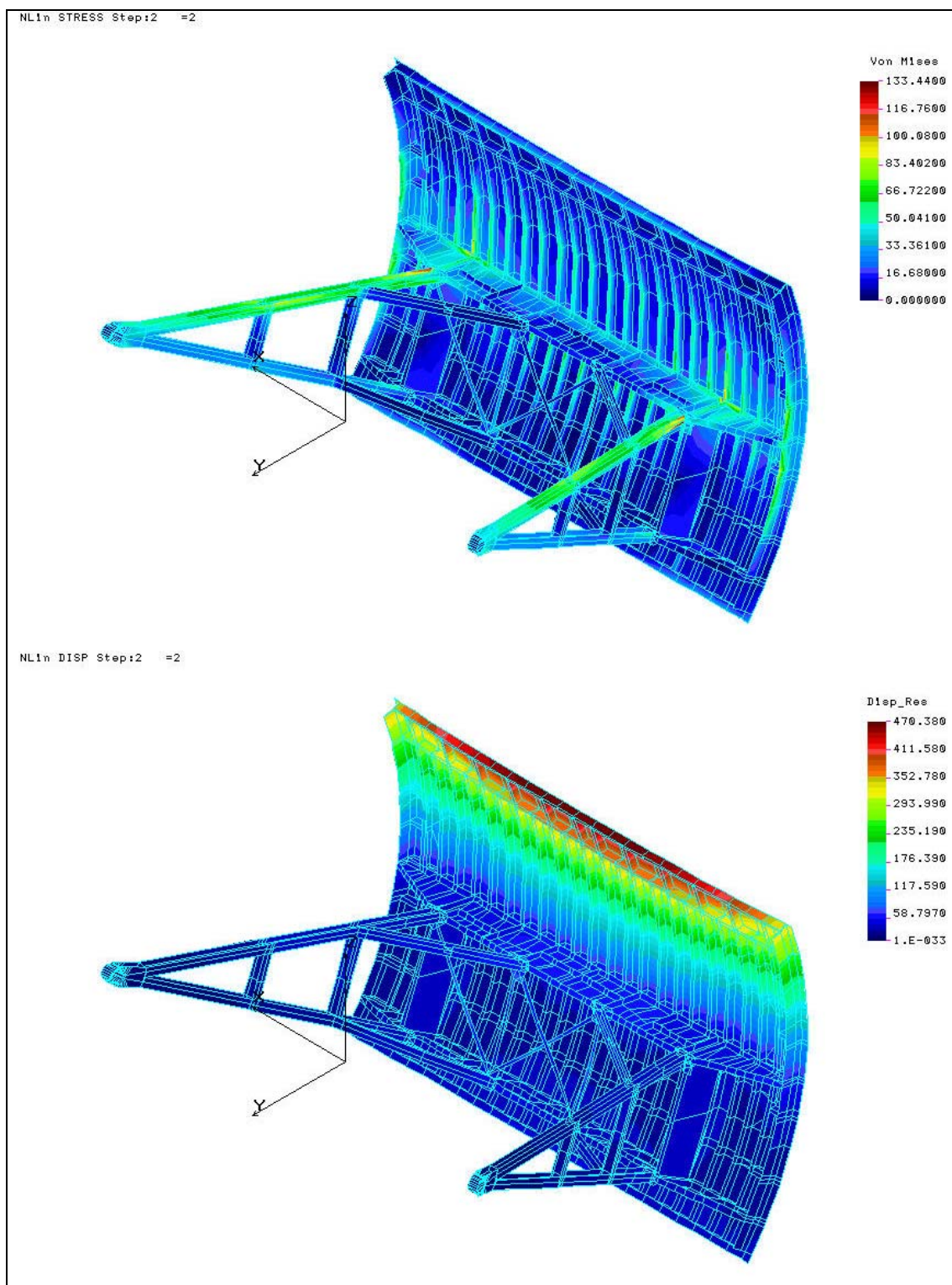
ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์หาจุดวิบัติของบานประตูระบายน้ำเขื่อนป่าสักด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สามารถแบ่งออกเป็น 11 ส่วน ตามลักษณะของ combination ของตัวแปรสุ่ม เกณฑ์การวิบัติที่พิจารณาคือการแอ่นตัวของบานรับตัวบานมีค่าเท่ากับ $L/500$ โดย L คือช่วงความยาวของบาน และค่าการแอ่นตัวคิดเป็นตัวเลขได้เท่ากับ 25 มม.โดยยอมให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้ระหว่าง ± 0.3 มม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X2 พิจารณาแรงกระแทก และแรงดันน้ำเป็นตัวแปรสุ่ม ส่วนโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนพิจารณาเป็นค่าคงที่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระแทกและแรงดันน้ำที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 5 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 19

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X2

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxP	Δ (ชม.)
1	702450	5333	2.10E+04	0.8	3.75E+09	2.51
2	731850	5133	2.10E+04	0.8	3.76E+09	2.47
3	760200	4933	2.10E+04	0.8	3.75E+09	2.48
4	795900	4666	2.10E+04	0.8	3.71E+09	2.52
5	821100	4466	2.10E+04	0.8	3.67E+09	2.5
6	846300	4266	2.10E+04	0.8	3.61E+09	2.52
7	876750	4000	2.10E+04	0.8	3.51E+09	2.48
8	898800	3800	2.10E+04	0.8	3.42E+09	2.48
9	926100	3520	2.10E+04	0.8	3.26E+09	2.5
10	946050	3333	2.10E+04	0.8	3.15E+09	2.49
11	963900	3133	2.10E+04	0.8	3.02E+09	2.49



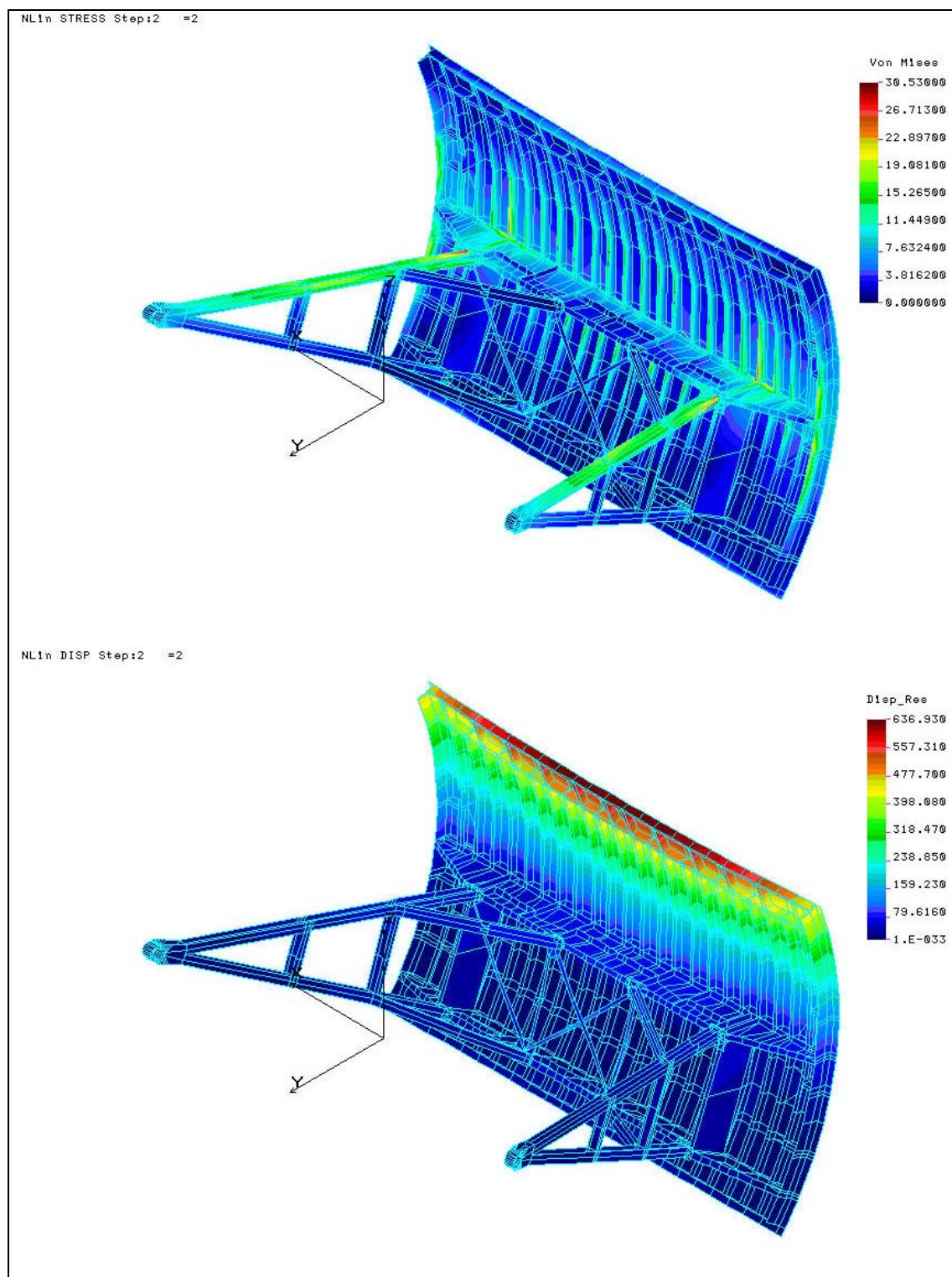
ภาพที่ 19 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 795900$ กก. และ $P = 4666$ กก. /ตร.ม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X3 พิจารณา แรงกระแทก และ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นเป็นตัวแปรส่วนค่าความหนาของชิ้นส่วนพิจารณาเป็นค่าคงที่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระแทกและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 6 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 20

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X3

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxE	Δ (ชม.)
1	1470000	-	2.80E+04	0.8	4.12E+10	2.53
2	1365000	-	2.60E+04	0.8	3.55E+10	2.5
3	1260000	-	2.40E+04	0.8	3.02E+10	2.5
4	1155000	-	2.20E+04	0.8	2.54E+10	2.49
5	1050000	-	2.00E+04	0.8	2.10E+10	2.47
6	945000	-	1.80E+04	0.8	1.70E+10	2.52
7	840000	-	1.60E+04	0.8	1.34E+10	2.49
8	735000	-	1.40E+04	0.8	1.03E+10	2.52
9	630000	-	1.20E+04	0.8	7.56E+09	2.52
10	525000	-	1.00E+04	0.8	5.25E+09	2.48
11	420000	-	8.00E+03	0.8	3.36E+09	2.52



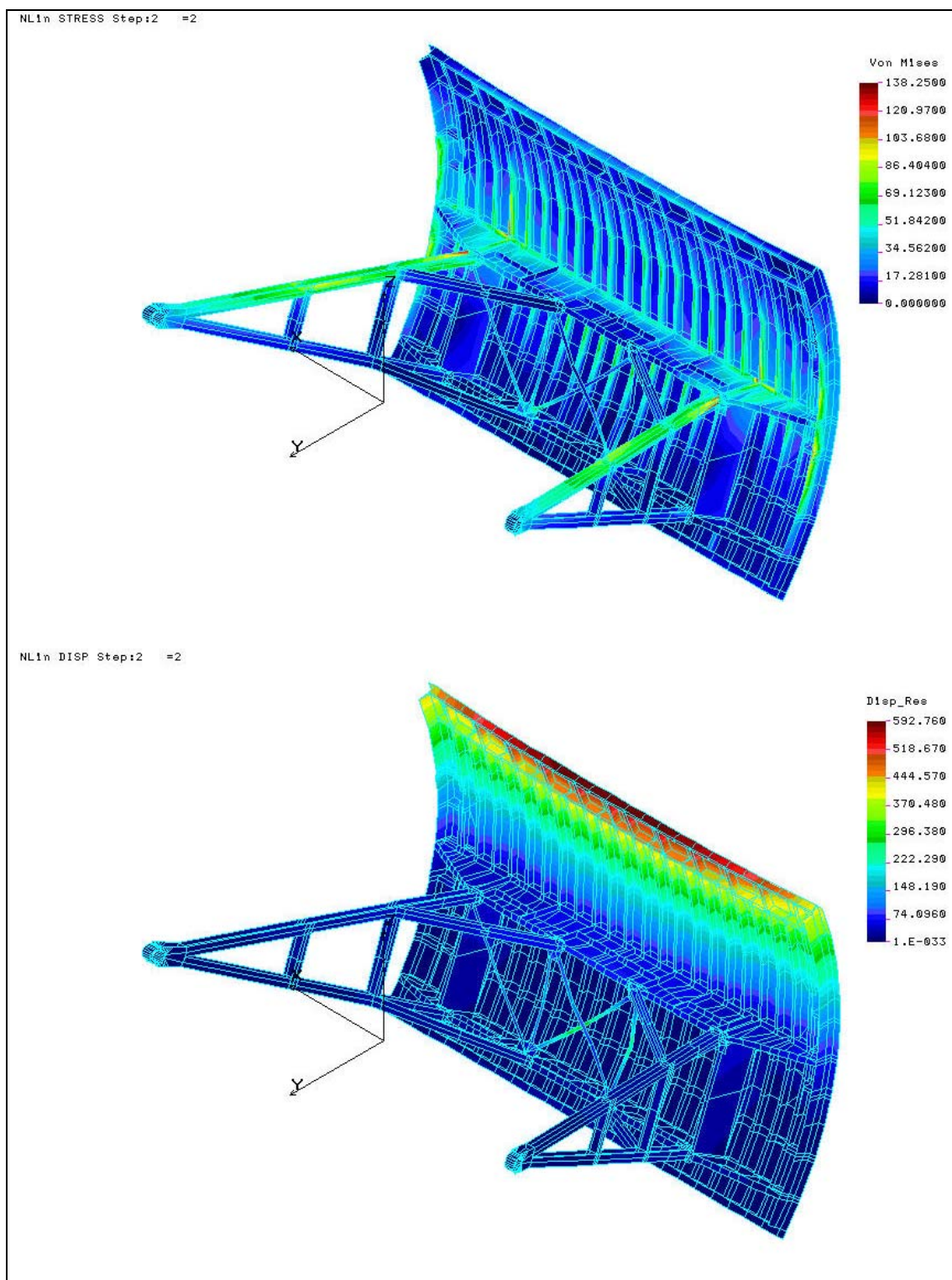
ภาพที่ 20 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 1470000$ กก. และ $E = 2.8E+04$ กก. /ตร.มม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X4 พิจารณาแรงกระทำ และ ค่าความหนาของชิ้นส่วนเป็นตัวแปรส่วนค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นพิจารณาเป็นค่าคงที่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระทำและค่าความหนาของชิ้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 7 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 21

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxT	Δ (ชม.)
1	1102500	-	2.10E+04	0.8	882000	2.49
2	1050000	-	2.10E+04	0.766	804300	2.47
3	997500	-	2.10E+04	0.733	731167.5	2.5
4	945000	-	2.10E+04	0.7	661500	2.52
5	892500	-	2.10E+04	0.666	594405	2.52
6	840000	-	2.10E+04	0.633	531720	2.48
7	787500	-	2.10E+04	0.6	472500	2.49
8	735000	-	2.10E+04	0.566	416010	2.5
9	682500	-	2.10E+04	0.533	363772.5	2.53
10	630000	-	2.10E+04	0.5	315000	2.5
11	577500	-	2.10E+04	0.466	269115	2.5



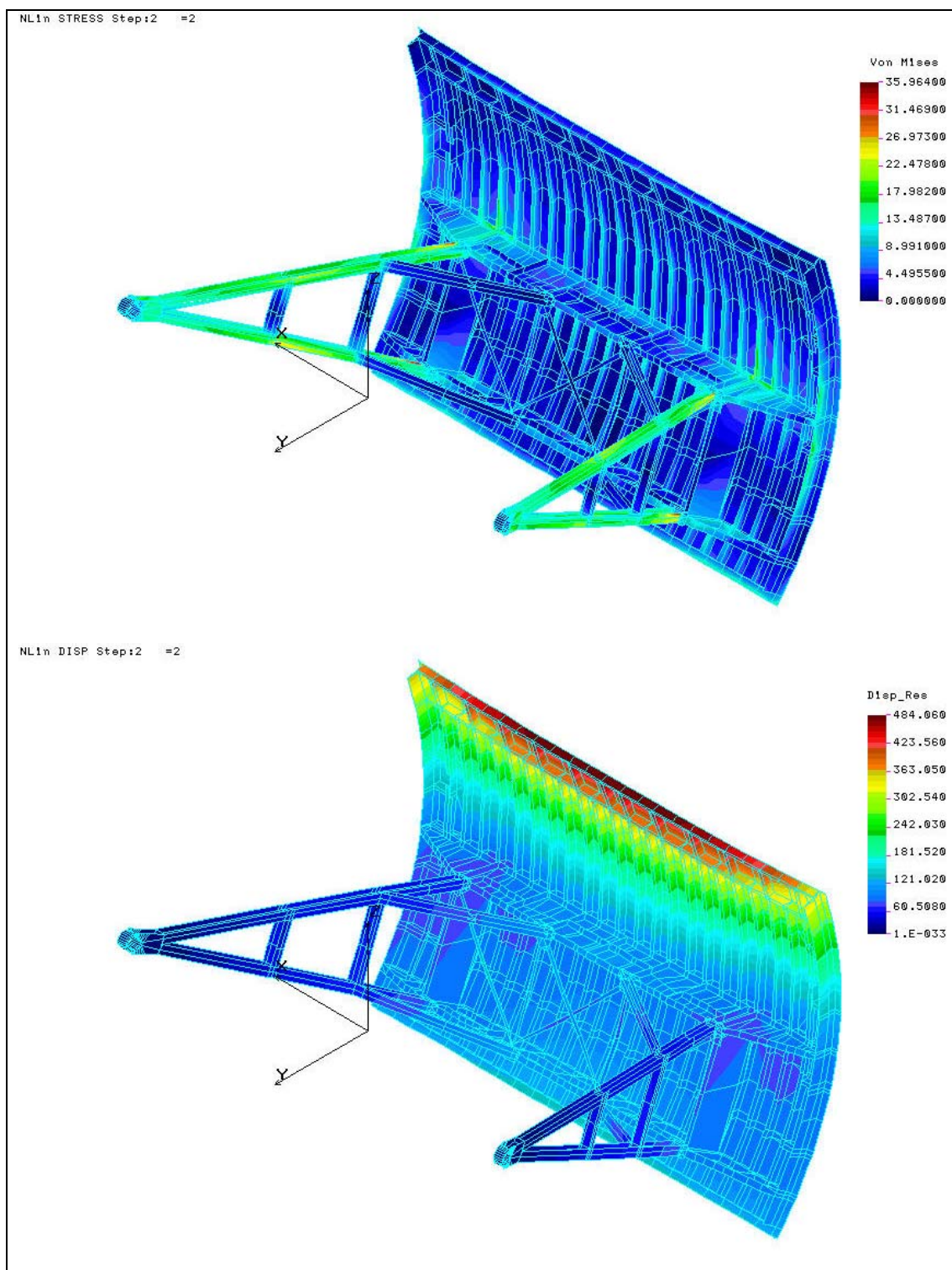
ภาพที่ 21 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 682500$ กก. และ $T = 0.533$ ซม.

ในการวิเคราะห์ Combination X2X3 พิจารณาแรงดันน้ำและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นเป็นตัวแปรส่วนค่าความหนาของชิ้นส่วนพิจารณาเป็นค่าคงที่โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่แรงดันน้ำและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 8 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 22

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X2X3

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	PxE	Δ (ชม.)
1	-	5333	3.64E+03	0.8	1.941E+07	2.48
2	-	5133	3.45E+03	0.8	1.771E+07	2.52
3	-	4933	3.32E+03	0.8	1.638E+07	2.5
4	-	4666	3.16E+03	0.8	1.474E+07	2.51
5	-	4466	3.00E+03	0.8	1.340E+07	2.51
6	-	4266	2.85E+03	0.8	1.216E+07	2.49
7	-	4000	2.69E+03	0.8	1.076E+07	2.48
8	-	3800	2.53E+03	0.8	9.614E+06	2.48
9	-	3520	2.35E+03	0.8	8.272E+06	2.47
10	-	3333	2.19E+03	0.8	7.299E+06	2.52
11	-	3133	2.03E+03	0.8	6.360E+06	2.53



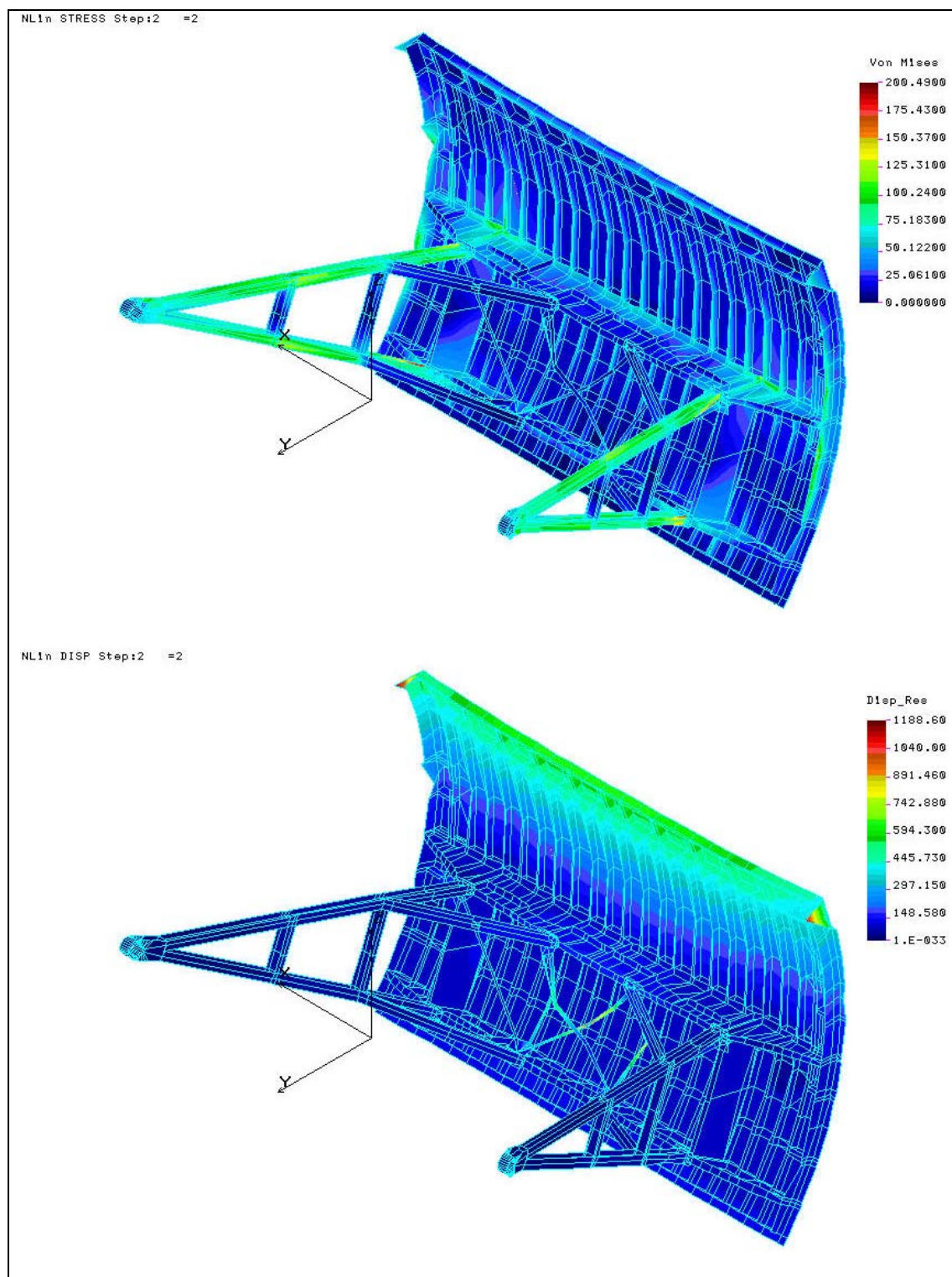
ภาพที่ 22 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$P = 3133$ กก./ตร.ม. และ $E = 2.03E+03$ กก./ตร.มม.

ในการวิเคราะห์ Combination X2X4 พิจารณาแรงดันน้ำและค่าความหนาของชั้นส่วนเป็นตัวแปรสุ่ม ส่วนค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นพิจารณาเป็นค่าคงที่โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านล่าง โดยที่ค่าแรงดันน้ำและค่าความหนาของชั้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 9 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 23

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X2X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	PxT	Δ (ชม.)
1	-	5333	2.10E+04	0.153	815.949	2.5
2	-	5133	2.10E+04	0.146	749.418	2.5
3	-	4933	2.10E+04	0.14	690.62	2.49
4	-	4666	2.10E+04	0.133	620.578	2.5
5	-	4466	2.10E+04	0.126	562.716	2.51
6	-	4266	2.10E+04	0.12	511.92	2.52
7	-	4000	2.10E+04	0.113	452	2.49
8	-	3800	2.10E+04	0.106	402.8	2.48
9	-	3520	2.10E+04	0.1	352	2.48
10	-	3333	2.10E+04	0.093	309.969	2.5
11	-	3133	2.10E+04	0.086	269.438	2.53



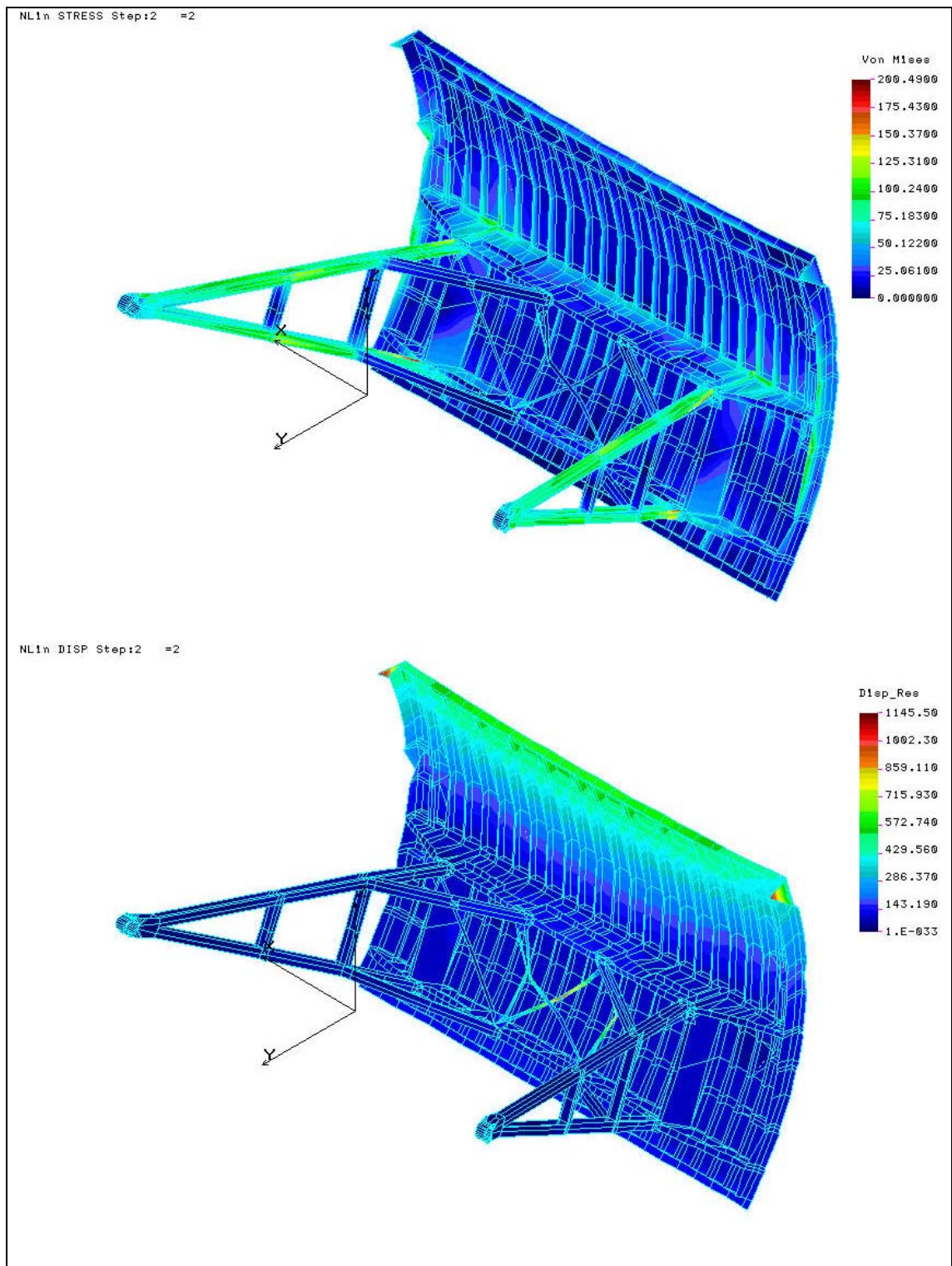
ภาพที่ 23 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$P = 3133$ กก. /ตร.ม. และ $T = 0.086$ ซม.

ในการวิเคราะห์ Combination X3X4 พิจารณาโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนเป็นตัวแปรสู่ส่วนแรงดันน้ำพิจารณาเป็นค่าคงที่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านล่าง โดยที่ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 10 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 24

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X3X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	ExT	Δ (ชม.)
1	-	3520	1.95E+03	0.98	1911	2.5
2	-	3520	2.10E+03	0.9	1890	2.51
3	-	3520	2.30E+03	0.82	1886	2.53
4	-	3520	2.60E+03	0.74	1924	2.48
5	-	3520	2.90E+03	0.66	1914	2.49
6	-	3520	3.20E+03	0.58	1856	2.51
7	-	3520	3.70E+03	0.5	1850	2.5
8	-	3520	4.60E+03	0.42	1932	2.5
9	-	3520	5.80E+03	0.34	1972	2.47
10	-	3520	7.80E+03	0.26	2028	2.52
11	-	3520	1.15E+04	0.18	2070	2.5



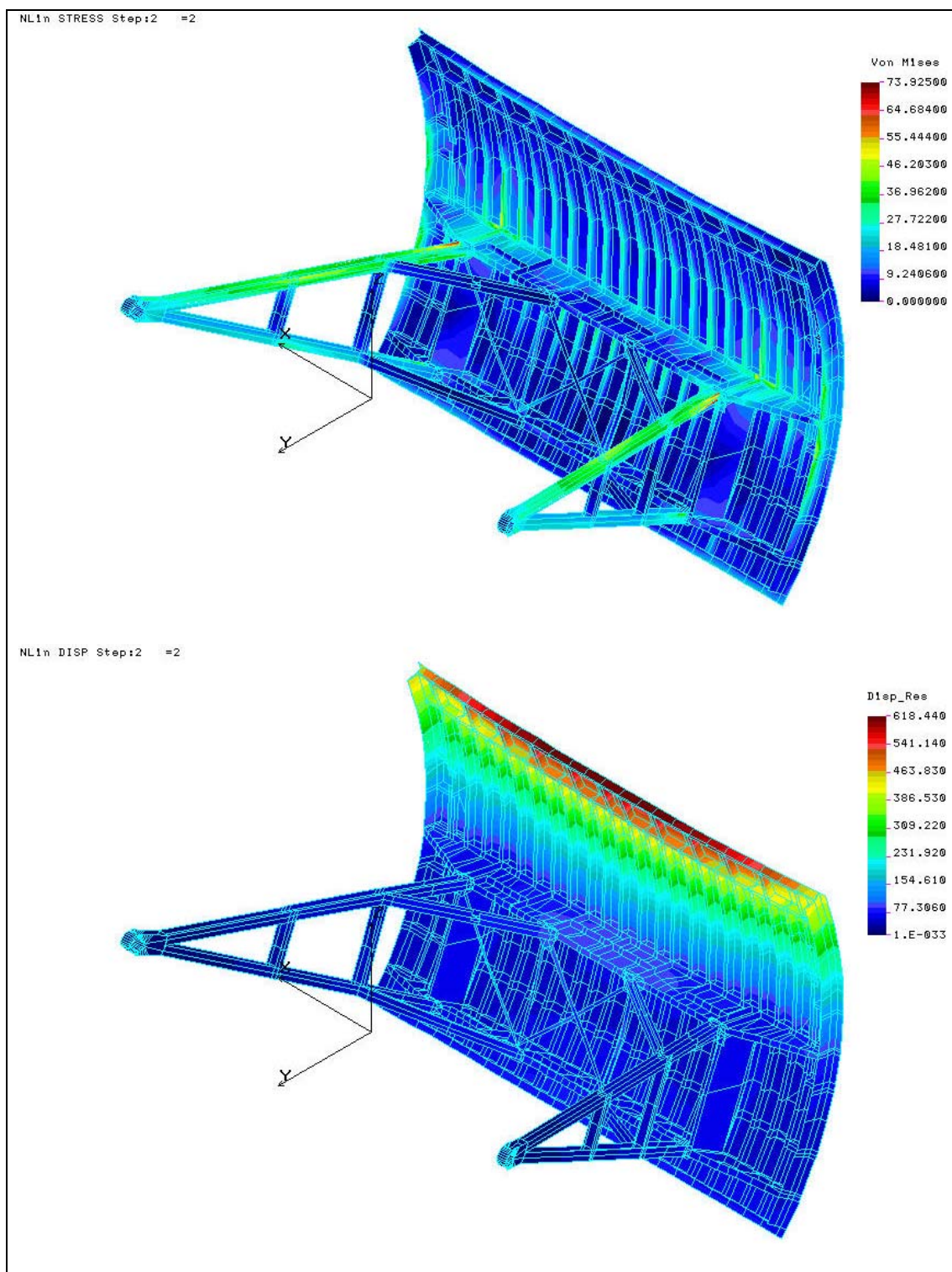
ภาพที่ 24 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$E = 2.3E+03$ กก./ตร.มม. และ $T = 0.82$ ซม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X2X3 พิจารณาแรงกระแทก แรงดันน้ำและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นเป็นตัวแปรสู่ส่วนค่าความหนาของชิ้นส่วนพิจารณาเป็นค่าคงที่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระแทก แรงดันน้ำและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 11 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 25

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X2X3

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxPxExE	Δ (ชม.)
1	262500	5333	8.30E+03	0.8	1.16E+13	2.5
2	315000	5133	9.10E+03	0.8	1.47E+13	2.51
3	367500	4933	1.00E+04	0.8	1.81E+13	2.51
4	420000	4666	1.09E+04	0.8	2.14E+13	2.49
5	472500	4466	1.18E+04	0.8	2.49E+13	2.5
6	525000	4266	1.20E+04	0.8	2.69E+13	2.49
7	577500	4000	1.22E+04	0.8	2.82E+13	2.5
8	630000	3800	1.38E+04	0.8	3.3E+13	2.51
9	682500	3520	1.55E+04	0.8	3.72E+13	2.48
10	735000	3333	1.65E+04	0.8	4.04E+13	2.47
11	787500	3133	1.74E+04	0.8	4.29E+13	2.52



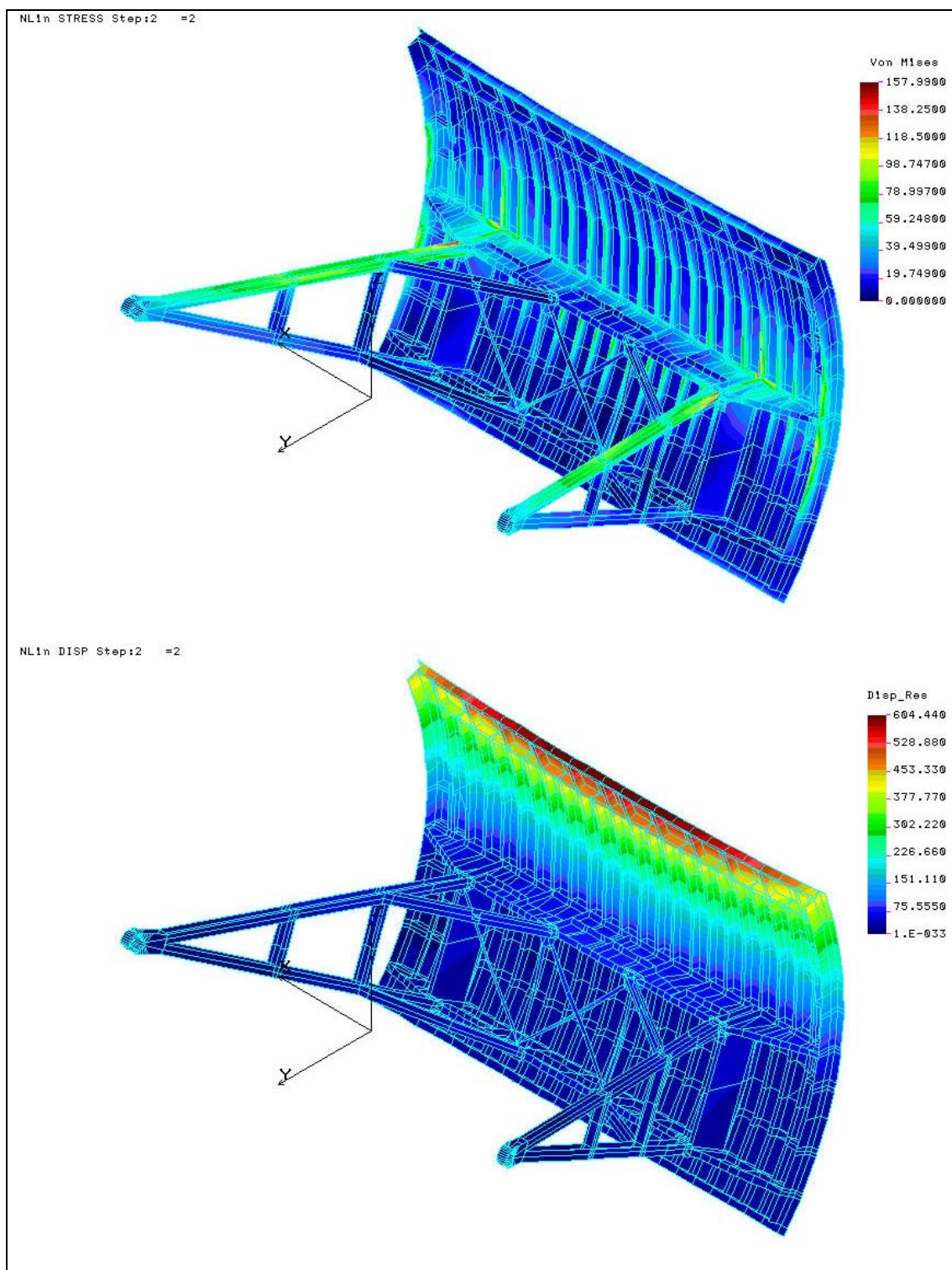
ภาพที่ 25 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 787500$ กก. $P = 3133$ กก./ตร.ม. และ $E = 1.74 \text{ E}+04$ กก./ตร.มม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X2X4 พิจารณาแรงกระแทก แรงดันน้ำและค่าความหนาของชิ้นส่วนเป็นตัวแปรส่วนค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นพิจารณาเป็นค่าคงที่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระแทก แรงดันน้ำและค่าความหนาของชิ้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 12 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 26

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X2X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxPxT	Δ (ชม.)
1	262500	5333	2.10E+04	0.365	5.11E+08	2.52
2	315000	5133	2.10E+04	0.402	6.5E+08	2.5
3	367500	4933	2.10E+04	0.44	7.98E+08	2.5
4	420000	4666	2.10E+04	0.47	9.21E+08	2.53
5	472500	4466	2.10E+04	0.5	1.06E+09	2.51
6	525000	4266	2.10E+04	0.51	1.14E+09	2.49
7	577500	4000	2.10E+04	0.52	1.2E+09	2.51
8	630000	3800	2.10E+04	0.57	1.36E+09	2.48
9	682500	3520	2.10E+04	0.62	1.49E+09	2.52
10	735000	3333	2.10E+04	0.65	1.59E+09	2.47
11	787500	3133	2.10E+04	0.69	1.7E+09	2.47



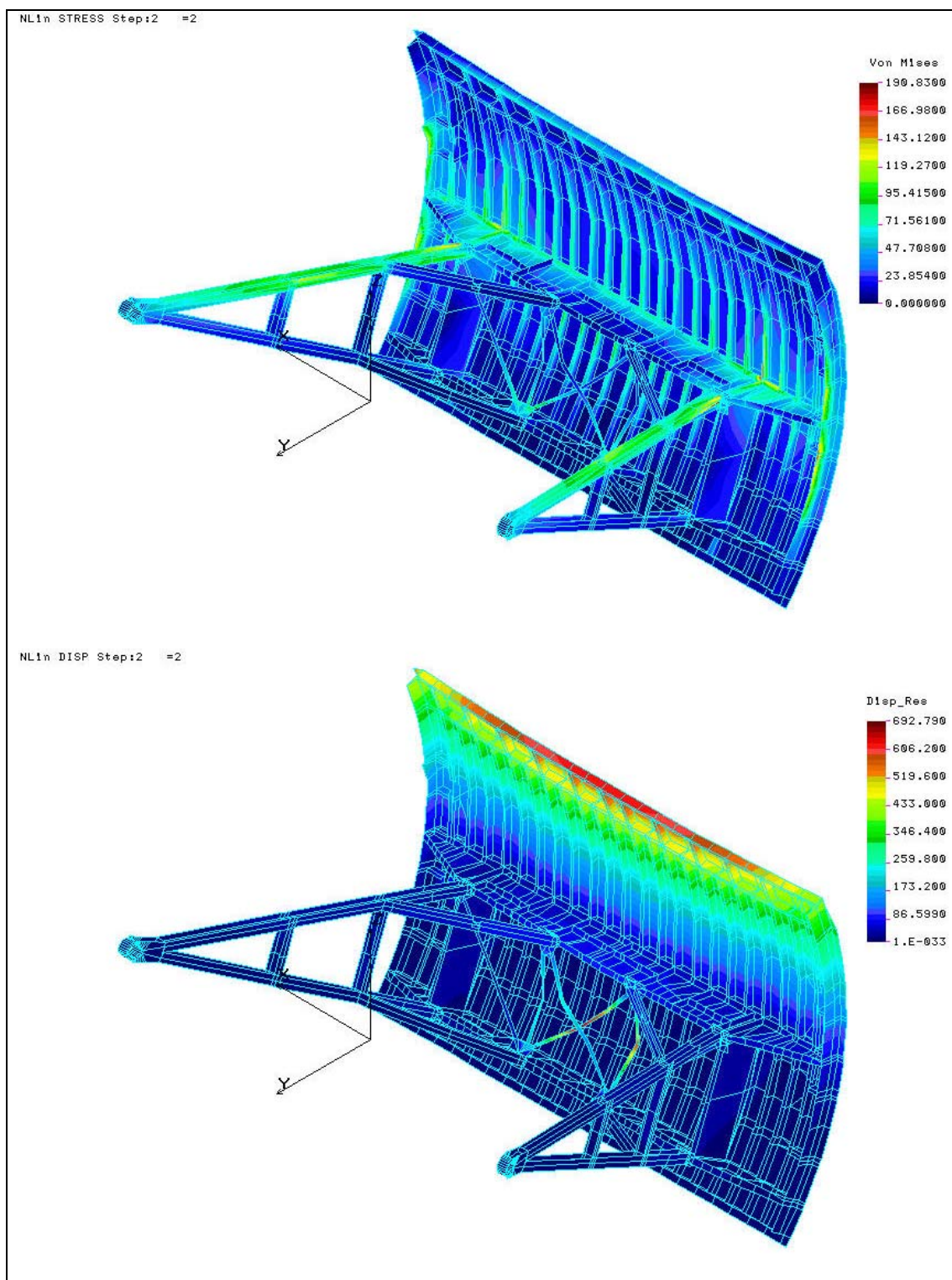
ภาพที่ 26 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 420000$ กก. . $P = 4666$ กก. /ตร.ม. และ $T = 0.47$ ซม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X3X4 พิจารณาแรงกระแทก ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนเป็นตัวแปรสุ่ม ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่กานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระแทก ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 13 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 27

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X3X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxExT	Δ (ชม.)
1	315000	-	3.0011E+04	0.2	1.891E+09	2.52
2	420000	-	3.0012E+04	0.25	3.151E+09	2.47
3	525000	-	3.0013E+04	0.3	4.727E+09	2.50
4	630000	-	3.0014E+04	0.35	6.618E+09	2.50
5	735000	-	3.0015E+04	0.4	8.824E+09	2.49
6	840000	-	3.0016E+04	0.45	1.135E+10	2.51
7	945000	-	3.0017E+04	0.5	1.418E+10	2.50
8	1050000	-	3.0018E+04	0.55	1.734E+10	2.48
9	1155000	-	3.0019E+04	0.6	2.080E+10	2.53
10	1260000	-	3.0009E+04	0.65	2.458E+10	2.50
11	1365000	-	3.0000E+04	0.7	2.867E+10	2.48



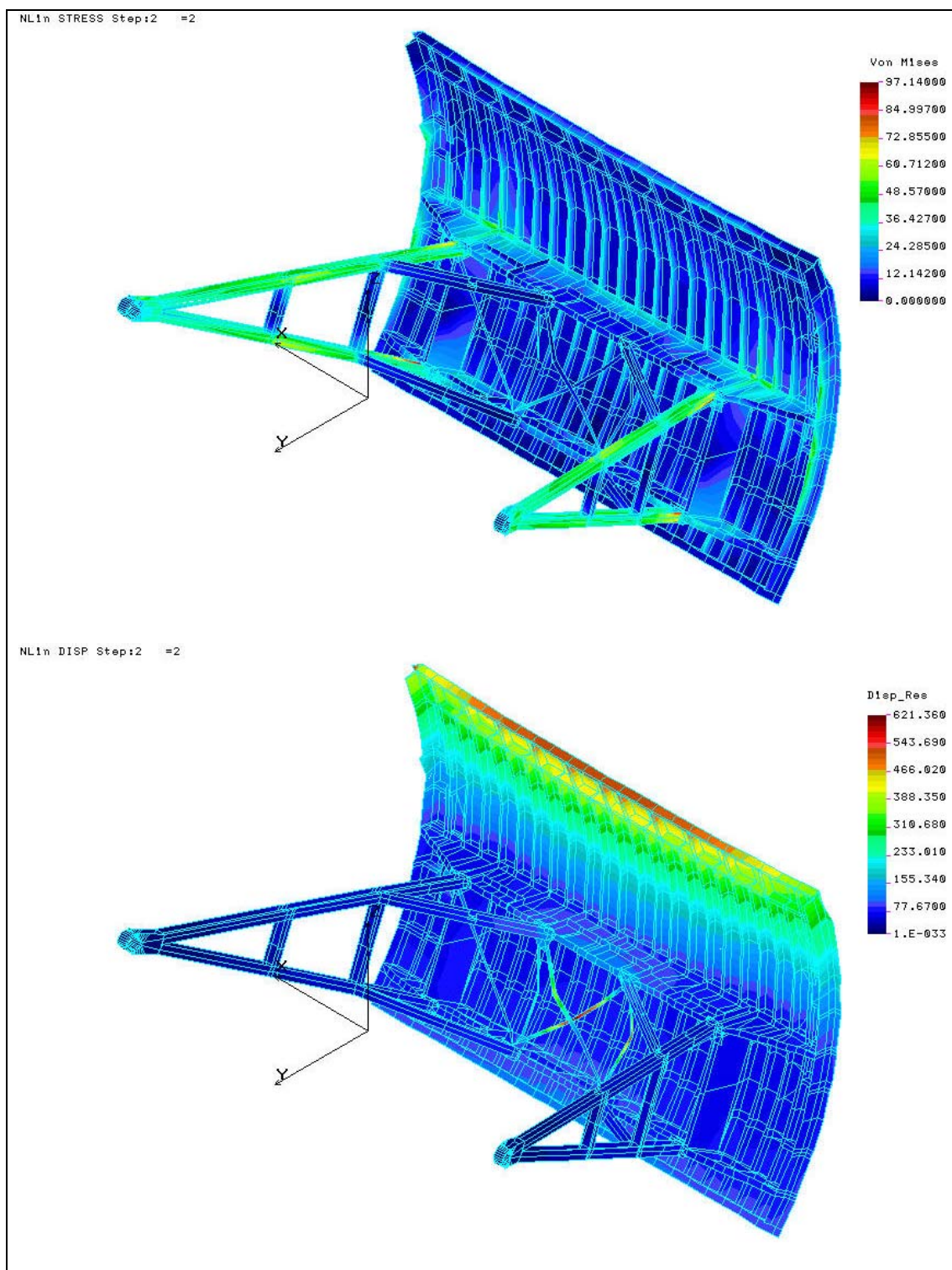
ภาพที่ 27 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 1155000$ กก. $E = 3.0019E+04$ กก./ตร.มม. และ $T = 0.6$ ซม.

ในการวิเคราะห์ Combination X2X3X4 พิจารณาแรงดันน้ำ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนเป็นตัวแปรสุ่ม ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านล่าง โดยที่ค่าแรงดันน้ำ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 14 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสีรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 28

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X2X3X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	PxExT	Δ (ชม.)
1	-	5333	3.90E+03	0.75	1.560E+07	2.52
2	-	5133	4.00E+03	0.7	1.437E+07	2.5
3	-	4933	4.10E+03	0.65	1.315E+07	2.5
4	-	4666	4.24E+03	0.6	1.187E+07	2.49
5	-	4466	4.38E+03	0.55	1.076E+07	2.5
6	-	4266	4.52E+03	0.5	9.641E+06	2.48
7	-	4000	4.66E+03	0.45	8.388E+06	2.48
8	-	3800	4.80E+03	0.4	7.296E+06	2.49
9	-	3520	5.90E+03	0.35	7.269E+06	2.51
10	-	3333	7.08E+03	0.3	7.079E+06	2.53
11	-	3133	8.22E+03	0.25	6.438E+06	2.5



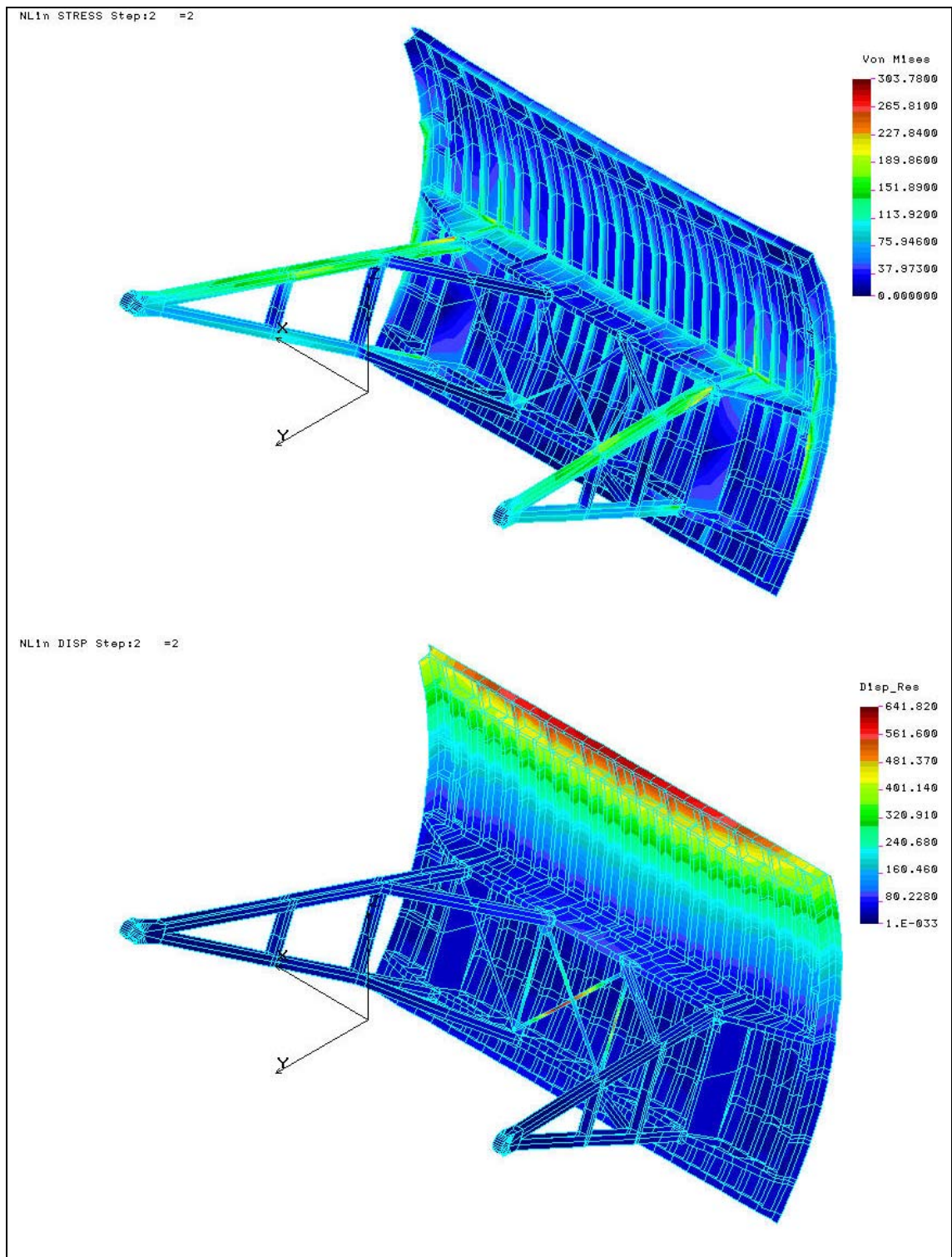
ภาพที่ 28 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$P = 3333$ กก. /ตร.ม. $E = 7.08E+3$ กก. /ตร.มม. และ $T = 0.3$ ซม.

ในการวิเคราะห์ Combination X1X2X3X4 พิจารณาแรงกระแทก แรงดันน้ำ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนเป็นตัวแปรสุ่ม ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างเกิดการวิบัติที่คานด้านบน โดยที่ค่าแรงกระแทก แรงดันน้ำ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและค่าความหนาของชิ้นส่วนที่ทำให้โครงสร้างวิบัติทั้ง 11 ครั้งแสดงดังตารางที่ 15 และตัวอย่างของการกระจายหน่วยแรงและการเสียรูปของโครงสร้างแสดงในภาพที่ 29

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Combination X1X2X3X4

ครั้งที่	I (กก)	P (กก./ตร.ม.)	E (กก./ตร.มม.)	T (ชม.)	IxPxExT	Δ (ชม.)
1	262500	5333	4.00E+04	0.2	1.12E+13	2.51
2	315000	5133	3.60E+04	0.25	1.46E+13	2.52
3	367500	4933	3.20E+04	0.3	1.74E+13	2.5
4	420000	4666	2.97E+04	0.35	2.04E+13	2.49
5	472500	4466	2.75E+04	0.4	2.32E+13	2.5
6	525000	4266	2.45E+04	0.45	2.47E+13	2.48
7	577500	4000	2.15E+04	0.5	2.48E+13	2.53
8	630000	3800	2.10E+04	0.55	2.77E+13	2.47
9	682500	3520	2.20E+04	0.6	3.17E+13	2.5
10	735000	3333	2.10E+04	0.65	3.34E+13	2.49
11	787500	3133	2.00E+04	0.7	3.45E+13	2.5



ภาพที่ 29 ลักษณะการกระจายของหน่วยแรงและการเสียรูปของบานประตูกรณีวิเคราะห์ด้วยค่า

$I = 577500 \text{ กก. /ตร.ม.}$ $P = 4000 \text{ กก. /ตร.ม.}$ $E = 2.15 \times 10^4 \text{ กก. /ตร.มม.}$ และ $T = 0.5 \text{ ซม.}$

จากผลการวิเคราะห์ในการจัดกลุ่มทั้ง 11 แบบ จะสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันสภาวะขีดจำกัดได้ด้วยวิธีระบบสมการเชิงเส้น ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$[A]_{(11 \times 11)} \{C\}_{(11 \times 1)} = [B]_{(11 \times 1)} \quad (67)$$

จากสมการที่ (67) จะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ในเวกเตอร์ $\{C\}$ ได้จาก

$$\{C\}_{(11 \times 1)} = [A]_{(11 \times 11)}^{-1} [B]_{(11 \times 1)} \quad (68)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของเมทริกซ์ $[A]$ คือค่าที่หาได้จากการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ของตัวแปรสุ่มทั้ง 11 กลุ่ม ซึ่งเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ของเมทริกซ์มาประกอบเข้าด้วยกันแล้ว เมทริกซ์ $[A]$ ที่ได้ มีลักษณะดังนี้

$$\begin{bmatrix} 3.746\text{E}+09 & 4.116\text{E}+10 & 8.820\text{E}+05 & 1.941\text{E}+07 & 8.159\text{E}+02 & 1.911\text{E}+03 & 1.162\text{E}+13 & 5.110\text{E}+08 & 1.891\text{E}+09 & 1.560\text{E}+07 & 1.120\text{E}+13 \\ 3.757\text{E}+09 & 3.549\text{E}+10 & 8.043\text{E}+05 & 1.771\text{E}+07 & 7.494\text{E}+02 & 1.890\text{E}+03 & 1.471\text{E}+13 & 6.500\text{E}+08 & 3.151\text{E}+09 & 1.437\text{E}+07 & 1.455\text{E}+13 \\ 3.750\text{E}+09 & 3.024\text{E}+10 & 7.312\text{E}+05 & 1.638\text{E}+07 & 6.906\text{E}+02 & 1.886\text{E}+03 & 1.813\text{E}+13 & 7.977\text{E}+08 & 4.727\text{E}+09 & 1.315\text{E}+07 & 1.740\text{E}+13 \\ 3.714\text{E}+09 & 2.541\text{E}+10 & 6.615\text{E}+05 & 1.474\text{E}+07 & 6.206\text{E}+02 & 1.924\text{E}+03 & 2.136\text{E}+13 & 9.211\text{E}+08 & 6.618\text{E}+09 & 1.187\text{E}+07 & 2.037\text{E}+13 \\ 3.667\text{E}+09 & 2.100\text{E}+10 & 5.944\text{E}+05 & 1.340\text{E}+07 & 5.627\text{E}+02 & 1.914\text{E}+03 & 2.490\text{E}+13 & 1.055\text{E}+09 & 8.824\text{E}+09 & 1.076\text{E}+07 & 2.321\text{E}+13 \\ 3.610\text{E}+09 & 1.701\text{E}+10 & 5.317\text{E}+05 & 1.216\text{E}+07 & 5.119\text{E}+02 & 1.856\text{E}+03 & 2.688\text{E}+13 & 1.142\text{E}+09 & 1.135\text{E}+10 & 9.641\text{E}+06 & 2.469\text{E}+13 \\ 3.507\text{E}+09 & 1.344\text{E}+10 & 4.725\text{E}+05 & 1.076\text{E}+07 & 4.520\text{E}+02 & 1.850\text{E}+03 & 2.818\text{E}+13 & 1.201\text{E}+09 & 1.418\text{E}+10 & 8.388\text{E}+06 & 2.483\text{E}+13 \\ 3.415\text{E}+09 & 1.029\text{E}+10 & 4.160\text{E}+05 & 9.614\text{E}+06 & 4.028\text{E}+02 & 1.932\text{E}+03 & 3.304\text{E}+13 & 1.365\text{E}+09 & 1.734\text{E}+10 & 7.296\text{E}+06 & 2.765\text{E}+13 \\ 3.260\text{E}+09 & 7.560\text{E}+09 & 3.638\text{E}+05 & 8.272\text{E}+06 & 3.520\text{E}+02 & 1.972\text{E}+03 & 3.724\text{E}+13 & 1.489\text{E}+09 & 2.080\text{E}+10 & 7.269\text{E}+06 & 3.171\text{E}+13 \\ 3.153\text{E}+09 & 5.250\text{E}+09 & 3.150\text{E}+05 & 7.299\text{E}+06 & 3.100\text{E}+02 & 2.028\text{E}+03 & 4.042\text{E}+13 & 1.592\text{E}+09 & 2.458\text{E}+10 & 7.079\text{E}+06 & 3.344\text{E}+13 \\ 3.020\text{E}+09 & 3.360\text{E}+09 & 2.691\text{E}+05 & 6.360\text{E}+06 & 2.694\text{E}+02 & 2.070\text{E}+03 & 4.293\text{E}+13 & 1.702\text{E}+09 & 2.867\text{E}+10 & 6.438\text{E}+06 & 3.454\text{E}+13 \end{bmatrix}$$

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของเมทริกซ์ $[B]$ คือค่าเกณฑ์การวิบัติที่ใช้ในการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งใช้ค่าการแอ่นตัวของคานโดยมีค่าเท่ากับ 25 ± 0.3 มิลลิเมตร โดยสามารถเขียนในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} X_1X_2 & X_1X_3 & X_1X_4 & \cdots & X_1X_2X_3X_4 \\ X_1X_2 & X_1X_3 & X_1X_4 & \cdots & X_1X_2X_3X_4 \\ X_1X_2 & X_1X_3 & X_1X_4 & \cdots & X_1X_2X_3X_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_1X_2 & X_1X_3 & X_1X_4 & \cdots & X_1X_2X_3X_4 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ C_{11} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta_{X_1X_2} \\ \Delta_{X_1X_3} \\ \Delta_{X_1X_4} \\ \vdots \\ \Delta_{X_1X_2X_3X_4} \end{bmatrix} \quad (69)$$

จากเมทริกซ์ $[A]$ ที่ได้จำเป็นจะต้องทำการหาอินเวอร์สเมทริกซ์ของเมทริกซ์ $[A]$ เพื่อนำค่าไปหาค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันสถานะปิดจำกัด ซึ่งเมทริกซ์ $[A]^{-1}$ มีค่าดังนี้

$$\begin{bmatrix} -7.16E-09 & 2.67E-08 & -2.50E-08 & -1.20E-08 & 1.73E-08 & 7.75E-09 & -4.21E-09 & 7.73E-09 & -2.16E-08 & 1.04E-08 & 2.17E-10 \\ -8.76E-10 & 3.38E-09 & -3.47E-09 & -1.09E-09 & 2.18E-09 & 1.48E-09 & -1.44E-09 & 1.14E-09 & -2.29E-09 & 9.83E-11 & 8.50E-10 \\ 3.61E-05 & -1.11E-04 & 1.98E-04 & -2.20E-04 & 2.22E-04 & -3.03E-04 & 2.08E-04 & -1.22E-04 & 2.12E-04 & -9.36E-05 & -2.30E-05 \\ 5.34E-06 & -8.15E-06 & -7.45E-07 & 1.16E-06 & 1.73E-06 & 2.95E-06 & 1.47E-07 & -1.80E-06 & -1.11E-06 & -3.98E-07 & 8.65E-07 \\ -7.57E-02 & 3.83E-02 & 6.07E-02 & 2.88E-01 & -4.63E-01 & 1.80E-01 & -1.46E-01 & 9.19E-02 & 2.57E-02 & 4.05E-02 & -4.12E-02 \\ 2.46E-03 & -1.40E-02 & -5.28E-03 & 5.93E-02 & -5.67E-02 & 2.31E-02 & -1.73E-02 & 8.48E-03 & -4.61E-03 & 5.30E-03 & -9.32E-04 \\ -9.14E-14 & 7.05E-13 & 1.60E-13 & -2.03E-12 & 1.65E-12 & -9.86E-13 & 1.49E-13 & 5.43E-13 & -5.61E-13 & 1.45E-12 & -9.87E-13 \\ -1.72E-08 & 1.02E-08 & 3.91E-08 & -7.23E-08 & 8.84E-08 & -6.77E-08 & 3.39E-08 & -1.73E-08 & 2.14E-08 & -4.51E-08 & 2.66E-08 \\ 4.36E-10 & -5.79E-10 & -1.81E-10 & 9.62E-10 & -1.45E-09 & 8.82E-10 & -1.95E-11 & -2.12E-10 & 2.39E-10 & -4.30E-11 & -2.39E-11 \\ -8.15E-07 & 5.81E-07 & 2.00E-06 & -3.92E-06 & 4.64E-06 & -3.68E-06 & 2.31E-06 & -1.31E-06 & -6.62E-07 & 1.01E-06 & -1.37E-07 \\ 6.40E-13 & -7.60E-13 & -1.38E-12 & 2.87E-12 & -2.84E-12 & 2.72E-12 & -1.23E-12 & -1.33E-13 & 3.14E-13 & -4.88E-13 & 2.83E-13 \end{bmatrix}$$

จากเมทริกซ์ $[A]^{-1}$ สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันสถานะปิดจำกัด ซึ่งแบ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ 11 ค่า สำหรับเทอมของกลุ่มตัวแปรสุ่มทั้ง 11 เทอม ได้ค่าดังตารางที่ 21 ส่วนลักษณะของฟังก์ชันสถานะปิดจำกัดที่ได้แสดงดังสมการที่ (70)

$$\begin{aligned} g(x) = & \Delta - (c_1x_1x_2 + c_2x_1x_3 + c_3x_1x_4 + c_4x_2x_3 + c_5x_2x_4 \\ & + c_6x_3x_4 + c_7x_1x_2x_3 + c_8x_1x_2x_4 + c_9x_1x_3x_4 \\ & + c_{10}x_2x_3x_4 + c_{11}x_1x_2x_3x_4) \end{aligned} \quad (70)$$

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันสภาวะขีดจำกัด

สัมประสิทธิ์	เทอมของค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้
C1	X1X2	3.46364277294221E-09
C2	X1X3	-3.33581560511993E-10
C3	X1X4	5.16611485242617E-05
C4	X2X3	-8.77100346668785E-07
C5	X2X4	-2.40210832653154E-03
C6	X3X4	-2.91365840374965E-03
C7	X1X2X3	1.20522069747778E-13
C8	X1X2X4	4.09694610788513E-09
C9	X1X3X4	2.28254923239109E-10
C10	X2X3X4	1.68995999792476E-07
C11	X1X2X3X4	-1.67152033098030E-13

จากค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันสภาวะขีดจำกัดและคุณสมบัติทางสถิติของตัวแปรสุ่มจะสามารถหาค่าความน่าเชื่อถือของโครงสร้างได้ โดยใช้วิธีที่ให้คำตอบถูกต้องซึ่งก็คือการอินทิเกรตเชิงตัวเลขแบบมอนติคาร์โล โดยเลือกเทคนิคการสุ่มตัวอย่างสำคัญเพื่อลดค่าความแปรปรวนของคำตอบในรูปของความน่าจะเป็นในการวิบัติ สำหรับการศึกษาที่พิจารณาการคำนวณหาความน่าจะเป็นในการวิบัติเฉพาะวิธีโหมด 0, 1, 5, 6 (Mode 0, 1, 5, 6) โดยทำการวิเคราะห์ในแต่ละโหมดจำนวน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยให้ผลของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เกิน 10% ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในทั้ง 4 วิธีมีค่าความน่าจะเป็นของการวิบัติประมาณ $0.47\text{E-}08$ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.06 ถึง 2.5 เปอร์เซนต์ ซึ่งถือว่าโครงสร้างที่พิจารณามีค่าความปลอดภัยที่สามารถยอมรับได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะยอมให้โครงสร้างมีความน่าจะเป็นของการวิบัติไม่มากกว่า $1\text{E-}03$ ผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 วิธีแสดงในตารางที่ 22 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สามารถดูได้ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการวิบัติในแต่ละวิธี

วิธี	ความน่าจะเป็นของ การวิบัติ(P_f)	ค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน (%)	จำนวนของการ ซิมมูลชัน
IPSAP+DESPO/AUTO	0.473266E-08	2.5	1,024
IPSAP+DESPO	0.473579E-08	1.43	12,400
ADSAP	0.475138E-08	1.06	12,400
ADSAP+START	0.480125E-08	1.46	12,400