

# MSC NASTRAN'DA HDF5 ÇÖZÜM DOSYASI GELİŞTİRMELERİ

HAZIRLAYAN

GÖKHAN ÖZEL

*Lider Yapısal Analiz Mühendisi*

Yayın Tarihi: 03/10/2022

Sonlu eleman analizleri yüksek serbestlik derecesi içerdiğinde ve/veya çok sayıda sonuç çıktısı yazdırıldığında büyük dosya boyutlarıyla karşılaşmaktadır. Bu dosyaların yazdırılması, okunması ve depolanması esnasında bekleme süreleri dosya boyutlarına paralel olarak giderek uzamaktadır. Bu yazı kapsamında MSC Nastran içerisinde HDF5 çözüm dosyası üzerindeki güncel geliştirmeler ve kullanım avantajları anlatılmıştır.

## 1. GİRİŞ

MSC Nastran 2022.2 Release Guide içerisinde HDF5 çıktı dosyası geliştirmeleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

### HDF5 Performance Improvement

#### Introduction

In MSC Nastran 2022.2 release, enhancements to hdf5 are done to:

- Reduce time for writing Nastran hdf5
- Reduce time for reading hdf5 in Patran
- Reduce hdf5 file size

#### New Features and benefits

Two new features are introduced.

1. HDF5 i4 format

Unlike op2, hdf5 only has i8 format which has a large file size. To reduce the file size, the user can compress the hdf5 files by using MDLPRM,HDF5, 1 or 3. But this compression comes at a high cost. I4 format of hdf5 can reduce file size without compressing the files.

2. New compress filter of Blosclz and Lz4.

The current Gzip filter is slow. To resolve this issue, two new faster compression filters, Blosclz and Lz4 are added. For large hdf5 files, the new compression filters can be defined in HDF5OUT card with i4 format.

Koşturulan analizlerde ilgili kontrol parametreleri 2022.2 sürümünde tanıtılan **HDF5OUT** kartı ile düzenlenir:

**HDF5OUT** HDF5 output parameters

HDF5 output parameters.

Format:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HDF5OUT	PARAM1	VAL1	PARAM2	VAL2	...	...	PARAMi	VALi	

Example:

HDF5OUT	PRECISION	32	CMPRMTHD	LZ4	LEVEL	4			
---------	-----------	----	----------	-----	-------	---	--	--	--

Describer	Meaning
Param(i)	Name of a parameter. Allowable names are given in Table 7-1. (Character)
Value(i)	Value of the parameter. See Table 7-1. (Real or Integer)

**Table 7-1 HDF5OUT Parameters**

Name	Description	Type and Value
<u>PRECISION</u>	Precision of hdf5 file. Integer, <b>32 (default)</b> or 64.	32 Single precision. All integers are 32 bits. Most real numbers are 32 bits, however a real number can be 64 bits if its type attribute in DataType_<version>.xml is "double". 64 Double precision. All integers and real numbers are in 64 bit.
<u>CMPRMTHD</u>	Compress method. Characters, "NONE", "BLOSCLZ", <b>"LZ4" (default)</b> or "GZIP".	NONE No compression BLOSCLZ Blosclz method LZ4 LZ4 method GZIP Gzip method, this is the only method MSC Nastran had been supported from 2016.1 to 2022.1
<u>LEVEL</u>	Compress level, 0 < level ≤ 9(integer), <b>Default=5</b> . For Gzip method, level is fixed to 3 internally.	

Patran 2022.2 içerisinden yazdırılan bdf'lerde bu kart otomatik olarak yazılır ve manuel olarak düzenlenebilir:

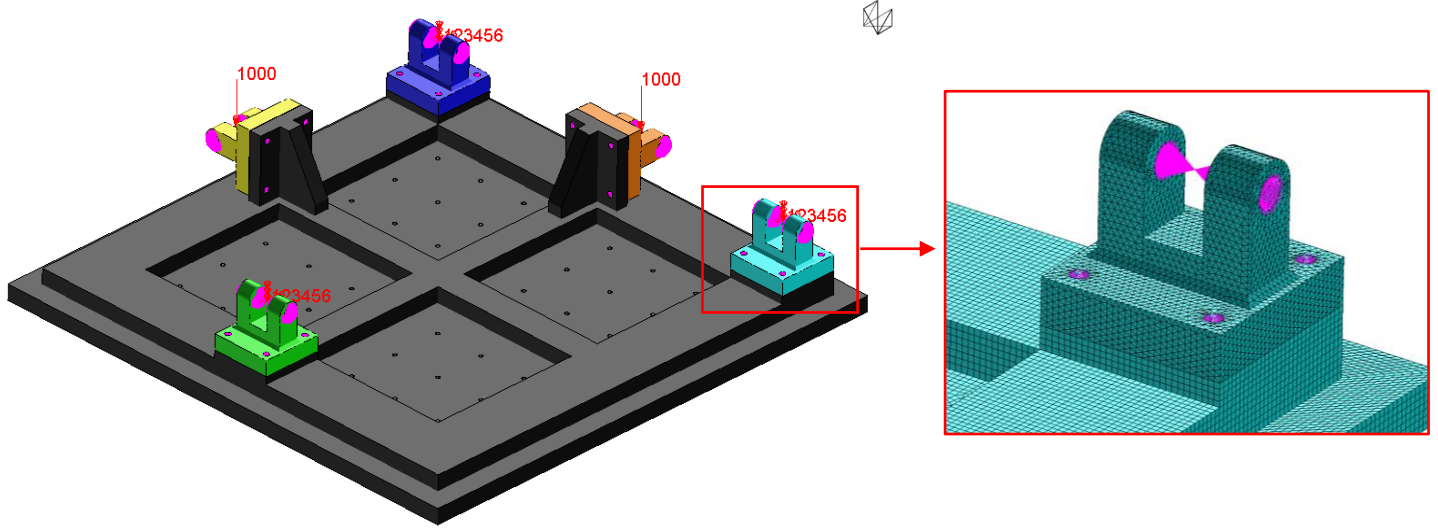
```

$ Patran 2022.2
SOL 101
CEND
SUBCASE 1
  SUBTITLE=CASE1
  SPC = 2
  LOAD = 2
  DISPLACEMENT (PLOT, SORT1, REAL) =ALL
$ Direct Text Input for this Subcase
BEGIN BULK
HDF5OUT PRECISION 32      CMPRMTHD LZ4      LEVEL 5
$ ...
ENDDATA

```

## 2. ÖRNEK ÇALIŞMA ANALİZ MODELİ

Yazı kapsamında anlatılan HDF5 dosyası geliştirmelerini incelemek adına aşağıdaki model kullanılmıştır:



Analiz modeli **7.5 milyon DOF**'a sahip olup, sonlu eleman içerik bilgisi aşağıdaki görsellerde verilmiştir:

Model Contents Summary

Groups	9	Properties...	8	Materials...	3
Coord. Frames...	1	Fields...	1		
Load Cases...	5	LBCs...	3	Result Cases...	0

Elements Summarized by:  
 Shape  Type

Group/DB	Elements	Nodes	MPCs
Total in DB	1015557	1251745	45
Orphans in DB	0	0	0
ALL_MPC	0	17269	45
NODES	0	1251745	0
cbody_001	63126	93305	0
cbody_002	63094	93246	0

Update Write to File Cancel

Element Shape Count

Group: Total in DB (1015557)

Elm Shape	Elements
Bar	20
Tet	315692
Wedge	14
Hex	699831

Cancel

Alınan çözümlerde 6 farklı statik yük senaryosu için aşağıdaki sonuçların yazdırılması istenmiştir:

- Eleman Stressleri
- Deplasmanlar
- SPC kuvvetleri
- MPC kuvvetleri
- Eleman Kuvvetleri
- Nodal Freebody kuvvetleri

### 3. SONUÇ KARŞILAŞTIRMA

Kurulan analiz modeli aynı bilgisayarda aynı performans parametreleriyle MSC Nastran 2021.1 ve 2022.2 sürümleri kullanılarak koşturulmuştur:

#### NASTRAN 2021.1

MDLPRM, HDF5, 1

6CASE_DUMMY_RUN_20211.bdf	23/09/2022 16:49	BDF File	164,916 KB
6case_dummy_run_20211.f04	23/09/2022 17:08	F04 File	59 KB
6case_dummy_run_20211.f06	23/09/2022 17:08	F06 File	460,633 KB
6case_dummy_run_20211.h5	23/09/2022 17:08	HDF5 Data File	3,819,533 KB
6case_dummy_run_20211.log	23/09/2022 17:08	LOG File	10 KB

```
17:08:24 NSEXIT: EXIT(0)
17:08:24 Analysis complete 0
Real: 1142.221 seconds ( 0:19:02.221)
User: 3155.203 seconds ( 0:52:35.203)
Sys: 454.750 seconds ( 0:07:34.750)
```

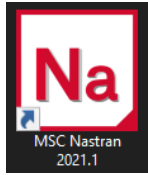
#### NASTRAN 2022.2

HDF5OUT, PRCISION, 32, CMPRMTD, LZ4, LEVEL, 9

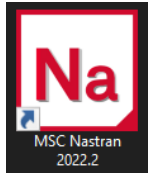
6CASE_DUMMY_RUN_20222.bdf	23/09/2022 16:04	BDF File	164,916 KB
6case_dummy_run_20222.f04	23/09/2022 16:23	F04 File	58 KB
6case_dummy_run_20222.f06	23/09/2022 16:23	F06 File	460,633 KB
6case_dummy_run_20222.h5	23/09/2022 16:23	HDF5 Data File	2,158,320 KB
6case_dummy_run_20222.log	23/09/2022 16:23	LOG File	10 KB

```
16:23:27 NSEXIT: EXIT(0)
16:23:27 Analysis complete 0
Real: 1031.344 seconds ( 0:17:11.344)
User: 3097.078 seconds ( 0:51:37.078)
Sys: 453.921 seconds ( 0:07:33.921)
```

HDF5 dosyasının yazdırılmasından sorumlu **CRDB\_OUT** modülünün süre karşılaştırması aşağıda incelenmiştir:



Day Time	Elapsed	I/O_Mb	Del_Mb	CPU_Sec	Del_CPU	SubDMAP	Line	(S)SubDMAP/Module
17:06:03	16:38	97733.0	1.0	1735.6	0.0	SUPER3	1847	CRDB_OUTBEGN
17:06:09	16:44	98282.0	549.0	1740.9	5.3	SUPER3	1847	CRDB_OUTEND
17:06:09	16:44	98282.0	0.0	1740.9	0.0	SUPER3	1849	CRDB_OUTBEGN
17:08:19	18:54	101.3G	5479.0	1855.5	114.6	SUPER3	1849	CRDB_OUTEND
17:08:19	18:54	101.3G	0.0	1855.5	0.0	SUPER3	1850	CRDB_OUTBEGN
17:08:19	18:54	101.3G	0.0	1855.5	0.0	SUPER3	1851	CRDB_OUTBEGN
17:08:19	18:54	101.3G	0.0	1855.5	0.0	SUPER3	1856	CRDB_OUTBEGN



Day Time	Elapsed	I/O_Mb	Del_Mb	CPU_Sec	Del_CPU	SubDMAP	Line	(S)SubDMAP/Module
16:22:47	16:28	97733.0	1.0	1688.6	0.0	SUPER3	1847	CRDB_OUTBEGN
16:22:49	16:30	98282.0	549.0	1689.9	1.3	SUPER3	1847	CRDB_OUTEND
16:22:49	16:30	98282.0	0.0	1689.9	0.0	SUPER3	1849	CRDB_OUTBEGN
16:23:22	17:03	101.3G	5479.0	1708.1	18.1	SUPER3	1849	CRDB_OUTEND
16:23:22	17:03	101.3G	0.0	1708.1	0.0	SUPER3	1850	CRDB_OUTBEGN
16:23:22	17:03	101.3G	0.0	1708.1	0.0	SUPER3	1851	CRDB_OUTBEGN
16:23:22	17:03	101.3G	0.0	1708.1	0.0	SUPER3	1856	CRDB_OUTBEGN

Gerçekleştirilen incelemeler sonucunda; MSC Nastran 2022.2 sürümünde kullanılan yeni HDF5 algoritmasının, analiz çözüm süresini kısaltarak, dışarı yazdırılan dosya boyutunu önemli şekilde düşürdüğü gözlemlenmiştir. Bu özellik daha yüksek serbestlik derecesine sahip modellerde ve daha büyük boyuttaki çözüm çıktılarında daha belirgin etkiye sahip olacaktır.

### 4. REFERANSLAR

- I. MSC Nastran 2022.2 Release Guide
- II. MSC Nastran 2022.2 Quick Reference Guide