

日本機械学会 核融合設備規格

超伝導マグネット構造規格 (2017年版)

目 次

FM-1000 一般要求事項	
FM-1100 一般事項	1-1
FM-1110 適用	1-1
FM-1120 適用境界	1-1
FM-1121 超伝導マグネットの範囲	1-1
FM-1122 荷重を伝達する支持構造物	1-1
FM-1123 取付物	1-1
FM-1130 適用年版	1-3
FM-1131 マグネット規格の適用年版	1-3
FM-1132 準用する規格の適用年	1-3
FM-1140 規格の改訂	1-3
FM-1200 負荷の取扱い	1-3
FM-1210 負荷条件	1-3
FM-1220 リミットセット	1-4
FM-1221 リミットセット1	1-4
FM-1222 リミットセット2	1-4
FM-1223 リミットセット3	1-4
FM-1224 機器のリミットセット	1-4
FM-1230 負荷条件および運転性の考慮	1-4
FM-1240 設計負荷条件	1-4
FM-1250 試験負荷条件	1-5
FM-1260 試験における制限	1-5
FM-1300 役割, 責任および適合性	1-5
FM-1310 役割および責任	1-5
FM-1311 所有者	1-5
FM-1312 製造者	1-6
FM-1313 建設者	1-7
FM-1314 有資格検査員	1-7
FM-1315 規格専門エンジニア	1-7

FM-1320 適合性	1-7
FM-1321 設計仕様書	1-7
FM-1322 設計報告書	1-7
FM-1323 製造仕様書	1-8
FM-1324 据付仕様書	1-8
FM-1325 製品報告書 (データレポート)	1-8
FM-1400 品質保証	1-8
FM-1410 序文	1-8
FM-1420 範囲と適用	1-8
FM-1430 実施	1-9
FM-1440 品質保証プログラム	1-9
FM-1441.1 組織	1-9
FM-1441.2 品質保証プログラム	1-10
FM-1441.3 設計管理	1-10
FM-1441.4 調達文書管理	1-11
FM-1441.5 指示書, 手順書および図面	1-12
FM-1441.6 文書管理	1-12
FM-1441.7 購入品および役務の管理	1-12
FM-1441.8 構成品の識別および管理	1-12
FM-1441.9 特殊工程管理	1-12
FM-1441.10 検査	1-13
FM-1441.11 試験管理	1-13
FM-1441.12 計測・試験機器の管理	1-13
FM-1441.13 取扱, 保管および出荷	1-13
FM-1441.14 検査・試験の状態	1-14
FM-1441.15 不適合品の管理	1-14
FM-1441.16 是正処置	1-14
FM-1441.17 品質保証記録	1-14
FM-1441.18 監査	1-15
FM-2000 材料	
FM-2100 一般要求事項	2-1
FM-2110 使用可能な材料	2-1
FM-2111 材料の追加試験	2-2
FM-2120 材料供給組織による証明	2-2
FM-2130 材料の識別	2-2

FM-2140 基準寸法および公差	2-2
FM-2200 構造材料に関する特別要求事項	2-2
FM-2210 機械試験要求	2-2
FM-2211 極低温強度要求	2-2
FM-2211.1 製造仕様書に FM-2700 と異なる極低温での強度の規定値がある場合	2-2
FM-2211.2 材料規格に規定された熱処理以外の熱処理を製造時に受ける場合	2-3
FM-2212 低温靱性要求	2-3
FM-2212.1 製造仕様書に低温での靱性の規定値がある場合	2-3
FM-2212.2 材料規格に規定された熱処理以外の熱処理を製造時に受ける場合	2-4
FM-2220 非破壊試験要求	2-4
FM-2221 超音波探傷試験	2-4
FM-2222 浸透探傷試験	2-6
FM-2223 補修	2-6
FM-2300 ボルト材料に関する特別要求	2-6
FM-2310 機械試験要求	2-6
FM-2320 非破壊試験要求	2-6
FM-2321 超音波探傷試験	2-6
FM-2322 浸透探傷試験	2-6
FM-2323 補修	2-7
FM-2400 ジャケット材料に関する特別要求	2-7
FM-2410 機械試験要求	2-7
FM-2411 極低温強度・延性要求	2-7
FM-2411.1 製造仕様書に FM-2700 と異なる極低温での強度の規定値がある場合	2-7
FM-2411.2 材料規格に規定された熱処理以外の熱処理を製造時に受ける場合	2-7
FM-2420 非破壊試験要求	2-8
FM-2421 超音波探傷試験，渦流探傷試験または放射線透過試験	2-8
FM-2422 浸透探傷試験	2-8
FM-2423 補修	2-8
FM-2500 電気接続部材料に関する特別要求	2-8
FM-2510 機械試験要求	2-8
FM-2511 極低温強度・延性要求	2-8
FM-2511.1 製造仕様書に FM-2700 と異なる極低温での強度の規定値がある場合	2-8
FM-2511.2 材料規格に規定された熱処理以外の熱処理を製造時に受ける場合	2-9
FM-2520 非破壊試験要求	2-9
FM-2521 補修	2-9
FM-2600 溶接材料に関する特別要求	2-9

FM-2610 機械試験要求	2-10
FM-2611 極低温強度要求.....	2-10
FM-2611.1 製造仕様書に FM-2700 と異なる極低温での強度の規定値がある場合	2-10
FM-2611.2 材料規格に規定された熱処理以外の熱処理を製造時に受ける場合	2-10
FM-2612 低温靱性要求.....	2-11
FM-2612.1 製造仕様書に低温での靱性の規定値がある場合.....	2-11
FM-2612.2 材料規格に規定された熱処理以外の熱処理を製造時に受ける場合	2-11
FM-2700 設計で使用する材料データ	2-12
FM-2710 設計降伏強さおよび設計引張強さ	2-12
FM-2720 その他の特性	2-12
FM-3000 設計	
FM-3100 設計一般	3-1
FM-3110 荷重	3-1
FM-3111 荷重条件.....	3-1
FM-3112 荷重サイクル.....	3-1
FM-3120 設計応力強さの値	3-1
FM-3130 変形限界	3-1
FM-3140 特別な考慮事項	3-1
FM-3141 電気絶縁材料.....	3-1
FM-3142 リミットセット 1~3 を超える評価が必要な場合に対する要求事項.....	3-1
FM-3150 内圧を受けるジャケットおよびヘリウム配管に対する特別要求	3-2
FM-3151 範囲.....	3-2
FM-3152 内圧を受けるジャケットの最小必要厚さ.....	3-2
FM-3152.1 記号の定義.....	3-2
FM-3152.2 許容応力の決定.....	3-2
FM-3152.3 内圧を受ける直管.....	3-2
FM-3152.4 内圧を受ける曲がり管.....	3-2
FM-3200 解析による設計	3-2
FM-3210 設計基準	3-3
FM-3211 応力を決める基準.....	3-3
FM-3212 弾性応力解析に関する用語.....	3-3
FM-3212.1 応力強さ.....	3-3
FM-3212.2 局部的構造不連続性.....	3-3
FM-3212.3 垂直応力.....	3-3
FM-3212.4 せん断応力.....	3-3

FM-3212.5	膜応力	3-3
FM-3212.6	曲げ応力	3-3
FM-3212.7	一次応力	3-3
FM-3212.8	二次応力	3-4
FM-3212.9	一次局部膜応力	3-4
FM-3212.10	ピーク応力	3-4
FM-3212.11	荷重制御型応力	3-5
FM-3212.12	熱応力	3-5
FM-3212.13	運転サイクル	3-5
FM-3212.14	応力サイクル	3-5
FM-3212.15	応力強さ範囲	3-5
FM-3212.16	疲労強度減少係数	3-5
FM-3212.17	熱膨張応力	3-5
FM-3212.18	ラチェット	3-5
FM-3213	弾性応力解析	3-6
FM-3214	応力の分類	3-6
FM-3215	材料特性	3-6
FM-3220	ボルト以外の応力制限	3-6
FM-3221	一般	3-6
FM-3221.1	一次一般膜応力強さ	3-6
FM-3221.2	一次局部膜応力強さ	3-6
FM-3221.3	一次膜応力+一次曲げ応力強さ	3-8
FM-3221.4	一次+二次応力強さ	3-9
FM-3221.5	試験時の負荷条件で発生する荷重	3-9
FM-3230	座屈に対する安定性解析	3-9
FM-3231	座屈解析	3-9
FM-3240	変形に対する解析	3-9
FM-3250	繰返し運転に対する解析	3-10
FM-3251	疲労評価の考え方	3-10
FM-3252	評価対象とする応力	3-10
FM-3253	繰返し荷重に対する解析手順	3-10
FM-3253.1	降伏強さを超える応力の補正	3-10
FM-3253.2	繰返しピーク応力強さの算出	3-10
FM-3253.3	簡易弾塑性評価	3-11
FM-3253.4	疲労強度減少係数の決定	3-11
FM-3253.5	評価手順	3-12

FM-3254 熱応力ラチェット	3-12
FM-3260 特別な応力制限と要求事項	3-12
FM-3261 支圧応力	3-12
FM-3262 純せん断	3-13
FM-3263 非一体型接続部の進行性ゆがみ	3-13
FM-3264 三軸応力	3-13
FM-3265 予荷重	3-13
FM-3270 極限解析	3-13
FM-3271 極限解析に関する用語	3-13
FM-3271.1 極限解析	3-13
FM-3271.2 極限解析における崩壊荷重	3-13
FM-3271.3 下界崩壊荷重	3-13
FM-3272 極限解析の手順	3-13
FM-3272.1 リミットセット 1 の許容限界荷重	3-14
FM-3272.2 リミットセット 2 の許容限界荷重	3-14
FM-3272.3 リミットセット 3 の許容限界荷重	3-14
FM-3272.4 試験時の負荷条件で発生する荷重の許容限界荷重	3-14
FM-3280 ボルトの応力制限	3-14
FM-3281 設計応力強さの値 S_{mb}	3-14
FM-3282 応力強さ制限	3-14
FM-3283 荷重条件に対する応力強さ制限	3-15
FM-3283.1 平均応力強さ	3-15
FM-3283.2 最大応力強さ	3-15
FM-3284 繰返し運転に対する適合性	3-15
FM-3285 予荷重を保持するためのボルト設計	3-15
FM-3300 設計の詳細	3-15
FM-3310 支持構造物以外の取付物	3-15
FM-3320 溶接継手の設計	3-15
FM-3321 FMYJJ1 を用いた溶接継手の許容応力	3-15
FM-3322 マグネット構造物の耐圧部および非耐圧部継手	3-16
FM-3323 支持構造物および取付物の継手	3-16
FM-3330 HIP 拡散接合構造物の設計	3-18
FM-3331 HIP 拡散接合構造物の許容応力	3-18
FM-3332 HIP 拡散接合構造物の疲労評価	3-19
FM-3340 マグネット支持脚に関する要求事項	3-19
FM-3341 熱膨張応力の取扱い	3-19

FM-4000 製作	
FM-4100 一般要求事項	4-1
FM-4110 序文	4-1
FM-4120 材料および製作の責任を持つ事業者による認証	4-1
FM-4121 一般事項	4-1
FM-4121.1 材料の処理, 試験および非破壊試験の認証	4-1
FM-4121.2 引張または衝撃試験の再試験	4-1
FM-4121.3 機械加工後の表面非破壊試験の再試験	4-1
FM-4122 材料の識別	4-1
FM-4122.1 製造者・建設者以外のものによるマーキングの移し替え	4-2
FM-4123 溶接材料の試験	4-2
FM-4130 欠陥を有する材料の補修	4-2
FM-4131 表面欠陥の除去	4-2
FM-4132 溶接による補修	4-2
FM-4133 欠陥除去	4-2
FM-4134 溶接により補修の完了した表面の非破壊試験	4-2
FM-4200 成形, 開先合せおよび位置合せ	4-3
FM-4201 母材の準備	4-3
FM-4201.1 材料の試験	4-3
FM-4201.2 板およびその他の材料の切断	4-3
FM-4201.3 母材の切断端部の試験	4-3
FM-4210 切断, 成形および曲げ加工	4-3
FM-4211 製作後材料の最小厚さ	4-3
FM-4220 成形公差	4-3
FM-4221 公差	4-3
FM-4221.1 最大誤差	4-4
FM-4221.2 規定公差からの逸脱	4-4
FM-4230 開先合せおよび位置合せ	4-4
FM-4231 開先合せおよび位置合せの方法	4-4
FM-4231.1 仮付け溶接	4-4
FM-4232 両側溶接する部材の位置合せに関する要求	4-4
FM-4232.1 食違いの仕上げ	4-4
FM-4233 内側表面または外側表面にアクセスできない場合の位置合せ要求	4-4
FM-4233.1 ジャケットに対する特別要求	4-4
FM-4234 溶接される表面の洗浄	4-5

FM-4240 溶接製作に関する要求事項	4-5
FM-4240.1 アクセスが制限される場所での突合せ片側溶接に関する要求事項.....	4-5
FM-4241 外部荷重がかからない位置.....	4-5
FM-4242 突合せ溶接の溶込みと余盛り.....	4-6
FM-4243 すみ肉溶接継手.....	4-7
FM-4243.1 品質要求事項.....	4-7
FM-4244 TF コイルのヘリウム導入部を取り付ける溶接.....	4-7
FM-4245 非構造部を取り付ける継手.....	4-7
FM-4246 溶接金属による表面肉盛.....	4-7
FM-4246.1 施工法の確認.....	4-7
FM-4246.2 試験要求事項.....	4-8
FM-4300 溶接確認	4-8
FM-4310 一般要求事項	4-8
FM-4311 許容される溶接法.....	4-8
FM-4312 溶接確認ならびに溶接士および溶接オペレータ認証に関する制限事項.....	4-8
FM-4313 溶接施工法確認に用いる材料に関する要求事項.....	4-8
FM-4314 溶接施工法確認に用いる材料板厚に関する特別要求.....	4-8
FM-4320 溶接確認、記録および識別	4-8
FM-4321 製造者・建設者の責任.....	4-8
FM-4322 確認試験の適用限界.....	4-9
FM-4323 認証記録および溶接記録の保持.....	4-9
FM-4323.1 継手に対する溶接士または溶接オペレータによる識別.....	4-9
FM-4323.2 確認前の溶接.....	4-9
FM-4323.3 認証の移譲.....	4-10
FM-4330 溶接施工法確認試験に関する一般要求事項	4-10
FM-4331 溶接施工法の確認.....	4-10
FM-4332 溶接士および溶接オペレータの認証試験.....	4-10
FM-4333 確認試験体の作成および試験材、試験片の準備.....	4-10
FM-4334 肉盛溶接における溶接金属の認証要求.....	4-11
FM-4340 非破壊試験が制限される片側突合せ溶接に関する確認要求	4-11
FM-4341 一般要求事項.....	4-11
FM-4342 自動溶接における必須確認項目.....	4-11
FM-4343 手溶接における必須確認項目.....	4-11
FM-4344 モックアップ試験体.....	4-12
FM-4345 モックアップ試験における非破壊試験.....	4-12
FM-4346 技量認証試験.....	4-12

FM-4400 溶接の施工および溶接部の補修に関する規定	4-12
FM-4410 溶接前に講ずるべき予防措置	4-12
FM-4411 溶接材料の識別, 保管および取り扱い	4-12
FM-4412 溶接の最低許容温度	4-12
FM-4413 溶接する表面の洗浄	4-12
FM-4420 溶接継手製作に関する規定	4-13
FM-4421 裏当て金	4-13
FM-4422 ピーニング	4-13
FM-4423 両側溶接継手および片側溶接継手	4-13
FM-4423.1 両側溶接継手	4-13
FM-4423.2 片側溶接継手	4-13
FM-4424 溶接部の表面	4-13
FM-4425 厚みの異なる部材の溶接	4-13
FM-4426 溶接部の余盛り	4-13
FM-4427 すみ肉溶接の形状および大きさ	4-13
FM-4430 取付物の溶接	4-15
FM-4431 構造部に取り付けられる材料	4-15
FM-4432 部品に付く小型取付物の材料	4-15
FM-4433 非構造部材に溶接される取付物の材料	4-15
FM-4434 構造部への取付溶接の形式	4-15
FM-4435 構造要素でない, 一時的な取付物の溶接および取り外し	4-16
FM-4440 その他の溶接に関する特別な要求事項	4-16
FM-4441 板の厚み方向に作用する荷重	4-16
FM-4450 溶接金属の欠陥補修	4-17
FM-4451 一般要求事項	4-17
FM-4452 表面欠陥の除去	4-17
FM-4453 溶接部補修に関する要求事項	4-17
FM-4453.1 欠陥の除去	4-17
FM-4453.2 溶接材料, 施工法, 溶接士または溶接オペレータに関する要求事項	4-18
FM-4453.3 補修領域のならし	4-18
FM-4453.4 補修溶接の非破壊試験	4-18
FM-4500 機械接合	4-18
FM-4510 一般要求	4-18
FM-4511 ねじのかみ合い	4-18
FM-4512 ねじの潤滑	4-18
FM-4513 ねじの潤滑剤の除去	4-18

FM-4514	ボルト締めフランジ継手	4-18
FM-4515	ボルトおよび座金の材質	4-18
FM-4520	ボルト締め	4-19
FM-4521	ボルト穴	4-19
FM-4522	ボルト接合	4-20
FM-4523	ボルト締め前の措置	4-20
FM-4524	ボルト張力	4-20
FM-4525	ゆるみ止め装置	4-20
FM-4525.1	ゆるみ止め装置の型式	4-20
FM-4525.2	高強度締結装置の初期締付	4-20
FM-4525.3	高強度でない締結装置の初期締付	4-20
FM-4600	熱間等方加圧 (HIP) 拡散接合による製作	4-21
FM-4601	適用範囲	4-21
FM-4610	部品製作, 準備	4-21
FM-4611	母材に関する要求事項	4-21
FM-4611.1	材料の試験	4-21
FM-4611.2	板およびその他の材料の切断	4-21
FM-4612	インサート材に関する要求事項	4-21
FM-4612.1	インサート材	4-21
FM-4612.2	インサート材の形態	4-21
FM-4612.3	インサート材の識別, 保管および取扱い	4-21
FM-4613	カプセル材に関する要求事項	4-21
FM-4614	機械加工, および曲げ加工	4-21
FM-4620	部品およびカプセルの組立	4-22
FM-4621	HIP 拡散接合される表面の洗浄	4-22
FM-4622	部品の位置合せ方法	4-22
FM-4623	部品の位置合せに関する要求	4-22
FM-4630	HIP 拡散接合の実施	4-22
FM-4631	カプセルの溶接	4-22
FM-4632	HIP 拡散接合の実施	4-22
FM-4632.1	HIP 拡散接合施工法および使用設備の認証に関する制限事項	4-23
FM-4633	機械加工によるカプセルの除去	4-23
FM-4640	製作後の公差	4-23
FM-4641	製作後の最小厚さ	4-23
FM-4642	公差	4-23
FM-4642.1	最大誤差	4-23

FM-4650	記録および識別	4-23
FM-4651	製造者の責任	4-23
FM-4652	HIP 拡散接合施工法および使用設備の認証の適用限界	4-24
FM-4653	認証記録およびHIP 拡散接合記録の保持	4-24
FM-4653.1	製品に対する装置および装置オペレータ，組立作業者の識別	4-24
FM-4653.2	認証前のHIP 拡散接合	4-24
FM-4653.3	認証の移譲	4-24
FM-4660	HIP 拡散接合品の製品検査	4-24
FM-4661	機械加工後の非破壊検査の合否判定基準	4-24
FM-4662	製品端部の機械試験および接合界面の金属組織観察	4-24
FM-4662.1	試験片採取位置	4-24
FM-4662.2	試験片の種類と数	4-25
FM-4662.3	合否判定基準	4-25
FM-5000	非破壊試験	
FM-5100	非破壊試験に関する一般要求事項	5-1
FM-5110	非破壊試験の実施，認証および評価	5-1
FM-5111	一般要求事項	5-1
FM-5112	非破壊試験実施要領	5-1
FM-5113	非破壊試験後の洗浄	5-1
FM-5200	溶接部の非破壊試験	5-1
FM-5210	一般要求事項	5-2
FM-5211	溶接部の非破壊試験実施要領	5-2
FM-5220	突合せ溶接	5-2
FM-5230	完全溶込み角継手	5-2
FM-5240	部分溶込みおよびすみ肉溶接継手	5-2
FM-5250	マグネットの非構造部材および補強材を取り付ける溶接	5-2
FM-5260	特殊な溶接部	5-2
FM-5261	板の厚さ方向の荷重が作用する溶接部に関する特別要求	5-3
FM-5262	角継手に関する特別要求	5-3
FM-5270	溶接部非破壊試験の要求事項一覧	5-3
FM-5300	合否判定基準	5-4
FM-5310	放射線透過試験の合否判定基準	5-4
FM-5311	指示模様の評価－評価不要指示と思われる不完全部の処理	5-4
FM-5312	合否判定基準および補修要求事項	5-4
FM-5320	超音波探傷試験の合否判定基準	5-4

FM-5321	ラミナー状の指示に対する合否判定基準	5-4
FM-5330	浸透探傷試験の合否判定基準	5-4
FM-5331	指示模様の評価	5-4
FM-5332	合否判定基準	5-4
FM-5340	目視試験の合否判定基準	5-5
FM-5400	非破壊試験作業者の認証	5-6
FM-5410	一般要求事項	5-6
FM-5420	非破壊試験作業者の能力の証明	5-6
FM-5421	非破壊試験作業者の技能認証	5-6
FM-5421.1	目視試験作業者の認証要領	5-6
FM-5421.2	非破壊試験作業者の認証要領	5-6
FM-6000	耐圧・漏れ試験	
FM-6100	一般要求事項	6-1
FM-6101	試験記録の保管	6-1
FM-6102	耐圧・漏れ試験の判定	6-1
FM-6110	耐圧部材の耐圧試験	6-1
FM-6111	耐圧試験の範囲	6-1
FM-6112	気圧試験	6-1
FM-6113	気圧試験実施時の予防措置	6-1
FM-6114	耐圧試験の時期	6-1
FM-6120	試験準備	6-1
FM-6121	継手の暴露	6-1
FM-6122	耐圧試験の対象でない設備の隔離	6-1
FM-6123	試験媒体の膨張に対する予防措置	6-1
FM-6124	加圧前の試験設備の確認	6-2
FM-6200	気圧試験	6-2
FM-6210	気圧試験方法	6-2
FM-6211	一般要求事項	6-2
FM-6212	構造物の温度および試験媒体	6-2
FM-6213	加圧方法	6-2
FM-6220	気圧試験圧力要求	6-2
FM-6221	最小必要気圧試験圧力	6-2
FM-6222	試験圧力保持時間	6-2
FM-6230	漏れ試験	6-2
FM-6231	ヘリウム漏れ試験	6-2

FM-6231.1 清浄度	6-2
FM-6231.2 開口部	6-2
FM-6231.3 温度	6-2
FM-6231.4 圧力／真空（圧力限度）	6-3
FM-6232 校正用標準リーク	6-3
FM-6232.1 透過型標準リーク	6-3
FM-6232.2 キャピラリー型標準リーク	6-3
FM-6300 耐圧試験ゲージ	6-3
FM-6310 耐圧試験ゲージに関する要求事項	6-3
FM-6311 使用すべきゲージの型と適用箇所	6-3
FM-6312 圧力指示ゲージのレンジ	6-3
FM-6313 校正 - 圧力/真空ゲージ	6-3
FM-7000 用語	
FM-7100 一般要求事項に関する用語	7-1
FM-7110 序文	7-1
FM-7120 定義	7-1
FM-7200 材料に関する用語	7-3
FM-7210 序文	7-3
FM-7220 定義	7-3
FM-7300 設計に関する用語	7-4
FM-7310 序文	7-4
FM-7320 定義	7-5
FM-7400 製作に関する用語	7-5
FM-7410 序文	7-5
FM-7420 定義	7-5
FM-7500 非破壊試験に関する用語	7-8
FM-7510 序文	7-8
FM-7520 定義	7-8