

2014年11月27日

Browns Ferry 火災について

1. 火災に寄与したケーブル

- 火災に寄与したケーブルの絶縁材（Insulation Material）及び被覆材（Jacketing Material）の一覧を表 1 に示す。表 1 に示した絶縁材と被覆材の組み合わせで合計 16 種類のケーブルが火災に寄与した。

表 1 火災に寄与したケーブルの絶縁材と被覆材

絶縁材	被覆材
ポリエチレン	ナイロン
架橋ポリエチレン	ポリ塩化ビニル
高密度ポリエチレン	高密度ポリエチレン
ナイロンが裏張りされたゴムテープ (Nylon backed rubber tape)	ポリビニル
照射ポリオレフィン・ポリエチレン混合材 (Irradiated blend of polyolefin and polyethylene)	アルミホイル
	クロロ硫酸塩ポリエチレン (Chlorosulfated polyethylene)
	繊維ガラス補強シリコン・テープ
	ネオプレン
	架橋ポリエチレン

- Browns Ferry 発電所の最終安全解析書 (FSAR、日本の設置許可申請書に相当) には、ケーブルの燃焼性に関する基準は示されていなかった。しかしながら、「プラントの設計寿命の間、温度、湿度、及び放射線による過度な劣化が発生しにくいケーブルを選択する」との記載があった。
- TVA (Browns Ferry 発電所の事業者) のポリエチレン絶縁または架橋ポリエチレン絶縁のケーブルに関する仕様では、当該ケーブルが IPCEA* S-19-81 の 6.19.6 項に規定される垂直火災試験を合格するためには 8 AWG[†]以上の大きさであること、また IPCEA

* Insulated Power Cable Engineers Association、現 ICEA (Insulated Cable Engineers Association)

† AWG (American wire gauge) はワイヤの UL 規格である。番数が大きくなるほど、直径は小さくなる。8 AWG では直径 3.264mm (0.1285inch)、9AWG では直径 2.906mm (0.1144inch)

S-19-81 の 6.19.2 項に規定される水平火災試験を合格するためには 9 AWG 以下の大きさであることを要求していた (IPCEAS-19-81 に規定される垂直、水平ケーブル試験は単一ケーブルを対象としている)。

- ・ ナイロン被覆の単芯ケーブルまた多芯ケーブルに対する火災試験の要求はなかった。

2. 火災感知システム

- ・ 火災の第一発見者は、リーク試験を行っていた作業員である (火災発生 12:20pm 頃)。
- ・ 火災が発生したケーブル室には煙感知機が設置されていたが、発報することはなかった。TVA はこの原因として、ケーブル室と原子炉建屋間の差圧により、ケーブル室で発生した煙が原子炉建屋側に引き込まれたためとしている (Browns Ferry 発電所の透視図を図 1 に示す)。
- ・ 原子炉建屋内のケーブル室に近い場所には大量の煙が蓄積していたが、その場所には感知器は設置されていなかった。
- ・ また、ケーブル室で CO₂ 消火系が起動した結果、シールされていない貫通部を通じて、ケーブル室上部の制御室に CO₂ と煙が伝播した (後述)。制御室にも煙感知器 (イオン式) が設置されていたが、こちらも発報しなかった。原因として、ケーブル絶縁材の燃焼生成物を検知できなかったとしている。
- ・ Browns Ferry 発電所にはケーブル室を含め 7 つの区域に煙感知機が設置されており、また他の区域には熱感知器が設置されているケースもあった。
- ・ Browns Ferry 発電所の原子炉建屋内で大量のケーブルが存在する区域に火災感知器が設置されていないことが後に判明した。これは TVA がケーブルを火災ハザードと見なしていなかったためである。具体的には、水平ケーブルトレイについては火災が発生したとしても自己消火すると想定しており、垂直ケーブルトレイについては当該ケーブルの垂直伝播特性に基づき容認可能なハザードであると想定していた。

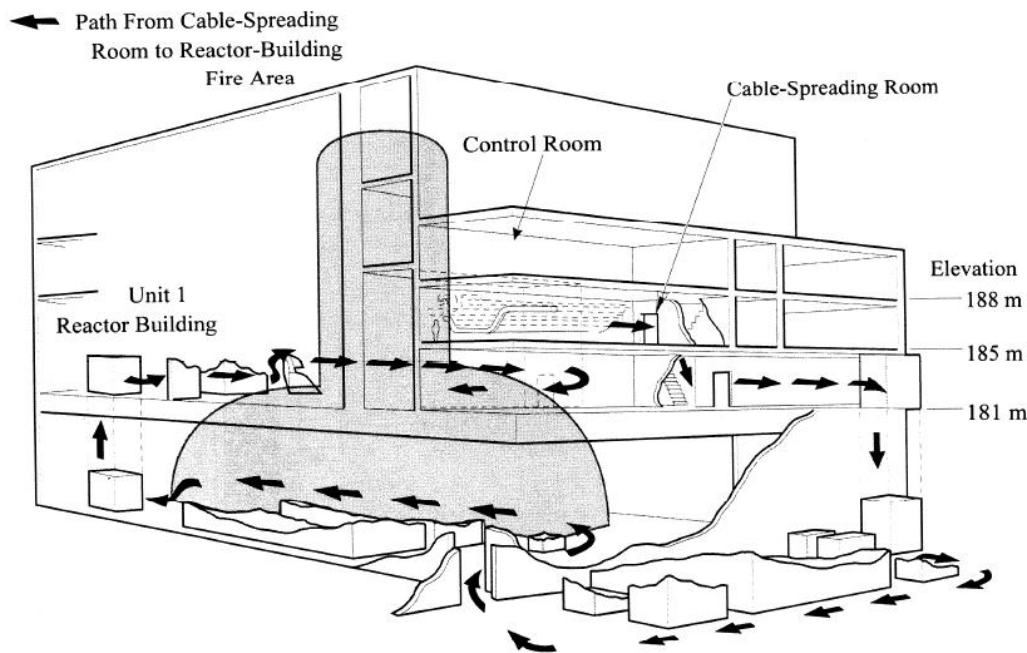


図1 Browns Ferry 発電所の透視図[‡]

3. 消火システム

- 火災発生の直後（12:20pm）には、リーク試験を行っていた作業員が懐中電灯やぼろ布（rag）で消火を試みた。次に可搬式 CO2 消火器を用いた消火活動が行われた。これらの手動消火活動が約 15 分間継続した後で、CO2 消火システムの避難警報が発報した。CO2 消火システムは 12:45 から 1:00pm にかけて作動した（ケーブル室での火災は水を使用することなく CO2 消火システムのみで鎮火した）。
- 上記の通り放出された CO2 はシールされていない貫通部を通じて、ケーブル室上部の制御室に煙とともに伝播した。
- 火災がケーブル室から原子炉建屋側に伝播したために、原子炉建屋内で CO2 や粉末消火器を用いた消火活動が開始された。しかしながら燃焼しているケーブルが床から 20 から 30ft（6 から 9m）離れた位置にあり、煙濃度も濃く、呼吸器具の数も限られていたために、消火活動は困難を極めた。
- 1:09pm に公設消防に支援を要請した。
- しかしながら消火活動における水の使用を躊躇したために、4:30pm までは CO2 や粉末消火器を用いた消火活動が途切れ途切れで実施された。
- 5:30 から 6:00pm の時点で、水消火の実施が承認され、7:00pm に水消火が開始された（公設消防のチーフは早い段階から水消火の実施を推奨していた）。呼吸器具の数が限ら

[‡] Browns Ferry 火災に関するプレゼンテーション資料より抜粋

<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/brochures/br0361/s1/bfn-fire-heritage.pdf>

れていたために、作業員は火災発生場所にホースを固定して、現場から去った。

- ・ 7:15pm に作業員が現場に戻り、継続的な燃焼がないことを確認し、現場で散水を行った。7:45pm に鎮火を確認した。

- ・ Browns Ferry 発電所の FSAR に記載されている消火系は以下の通りである。
 - 高圧消火水系：固定式水スプレイシステム、霧システム、消火栓に給水。
 - ◇ 固定式水スプレイシステム：サービス建屋（工作室、酸素アセチレン貯蔵室、油貯蔵室）
 - ◇ 霧システム：主タービン油タンク、原子炉給水ポンプ油タンク、タービン・ヘッド・エンド (Turbine head ends)、水素シール油ユニット、高圧注入ポンプタービン油タンク
 - ◇ 消火栓：タービン建屋、原子炉建屋、サービス建屋、廃棄物処理建屋、事務棟、屋外
 - 低圧 CO2 消火系（手動起動）：ケーブル室、補助計装室、コンピューター室に設置。
 - 低圧 CO2 消火系（自動起動）：DG 室、タービン建屋内の潤滑油精製室、塗装室に設置（上記と同じ系統）。
 - 可搬式消火器：プラント内の各所に配置（A、B、C 種火災に対応）。

4. 換気システム

- ・ 火災発生（12:20pm）から 25 分後に換気システムが喪失し、復旧したのは 4:00pm である。システム喪失の原因は、換気システム自体及び制御システムへの電源が喪失したことである。

参考文献

NUREG-0050 “Recommendations related to Browns Ferry Fire”, February 1976.