

第 5.2-1 表(1) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
818	—	—	36.0~37.0°	139.0~140.0°	—	≥7.5	99	関東諸国
841	—	—	35.1°	138.9°	—	≒7.0	215	伊豆
878	11	1	35.5°	139.3°	—	7.4	158	関東諸国
1257	10	9	35.2°	139.5°	—	7.0~7.5	171	関東南部
1360	—	—	35.2°	140.0°	—	—	149	上総
1433	11	6	34.9°	139.5°	—	≥7.0	199	相模
1433	11	6	37.7°	139.8°	—	6.7	156	会津
1611	9	27	37.6°	139.8°	—	≒6.9	146	会津
1615	6	26	35.7°	139.7°	—	6 1/4 ~6 3/4	116	江戸
1630	8	2	35 3/4°	139 3/4°	—	6 1/4	109	江戸
1633	3	1	35.2°	139.2°	—	7.0±1/4	188	相模・駿河・伊豆
1635	3	12	35 3/4°	139 3/4°	—	≒6.0	109	江戸
1636	12	3	37.0°	138.7°	—	5.0~5.5	180	越後中魚沼郡
1646	6	9	38.1°	140.65°	—	6.5~6.7	183	陸前
1648	6	13	35.2°	139.2°	—	≒7.0	188	相模
1649	7	30	35.8°	139.5°	—	7.0±1/4	123	武蔵・下野
1649	9	1	35.5°	139.7°	—	6.4	133	江戸・川崎
1659	4	21	37.1°	139.8°	—	6 3/4~7.0	102	岩代・下野
1670	6	22	37.75°	139.15°	—	≒6 3/4	193	越後中・南蒲原郡
1677	11	4	35.5°	142.0°	—	≒8.0	164	磐城・常陸・安房・上総・下総
1683	6	17	36.7°	139.6°	—	6.0~6.5	94	日光
1683	6	18	36.75°	139.65°	—	6.5~7.0	91	日光
1683	10	20	36.9°	139.7°	—	7.0±1/4	95	日光
1697	11	25	35.4°	139.6°	—	≒6.5	147	相模・武蔵
1703	12	31	34.7°	139.8°	—	7.9~8.2	207	江戸・関東諸国(元禄地震)
1706	10	21	35.6°	139.8°	—	5 3/4	119	江戸

第 5.2-1 表 (2) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1710	9	15	37.0°	141.5°	—	6.5±1/2	101	磐城
1725	5	29	36.25°	139.7°	—	≒6.0	84	日光
1731	10	7	38.0°	140.6°	—	≒6.5	172	岩代
1738	1	3	37.0°	138.7°	—	≒5 1/2	180	中魚沼郡
1755	4	21	36.75°	139.6°	—	—	95	日光
1756	2	20	35.7°	140.9°	—	5.5~6.0	87	銚子
1767	10	22	35.7°	139.8°	—	≒6.0	110	江戸
1768	7	19	35.3°	139.05°	—	≒5.0	189	箱根
1782	8	23	35.4°	139.1°	—	≒7.0	179	相模・武蔵・甲斐
1786	3	23	35.2°	139.1°	—	5~5 1/2	194	箱根
1791	1	1	35.8°	139.6°	—	6.0~6.5	115	川越・蕨
1801	5	27	35.3°	140.1°	—	6.5	135	上総
1812	12	7	35.45°	139.65°	—	6 1/4±1/4	140	武蔵・相模東部
1817	12	12	35.20°	139.05°	—	≒6.0	197	箱根
1821	12	13	37.45°	139.6°	—	5.5~6.0	142	岩代
1828	12	18	37.6°	138.9°	—	6.9	198	越後
1831	3	26	35.65°	139 3/4°	—	≒5.5	117	江戸
1843	3	9	35.35°	139.1°	—	6.5±1/4	182	御殿場・足柄
1853	3	11	35.3°	139.15°	—	6.7±0.1	183	小田原付近
1855	11	11	35.65°	139.8°	—	7.0~7.1	114	江戸および付近(江戸地震)
1856	11	4	35.7°	139.5°	—	6.0~6.5	129	江戸・立川・所沢
1859	1	11	35.9°	139.7°	—	≒6.0	101	岩槻
1870	5	13	35.25°	139.1°	—	6.0~6.5	190	小田原
1880	2	22	35.4°	139.75°	—	5.5~6.0	139	横浜
1882	9	29	35° 07′	139° 05′	—	—	202	熱海付近
1884	10	15	35.7°	139.75°	—	—	113	東京付近

第 5.2-1 表 (3) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1886	7	23	37.05°	138.5°	—	5.3	199	信越国境
1887	1	15	35.5°	139.25°	—	6.2	161	相模・武蔵南東部
1887	7	22	37.5°	138.9°	—	5.7	191	新潟県古志郡
1888	4	29	36.6°	140.0°	—	6.0	56	栃木県
1889	2	18	35.5°	139.7°	—	6.0	133	東京湾周辺
1891	12	24	35.4°	138.9°	—	6.5	193	山中湖付近
1892	6	3	35.7°	139.9°	—	6.2	104	東京湾北部
1894	6	20	35.7°	139.8°	—	7.0	110	東京湾北部
1894	10	7	35.6°	139.8°	—	6.7	119	東京湾北部
1895	1	18	36.1°	140.4°	—	7.2	43	霞ヶ浦付近
1896	1	9	36 1/2°	141°	—	7.3	36	鹿島灘
1896	8	1	37 1/2°	141 1/2°	—	6.5	141	福島県沖
1897	1	17	36.2°	139.9°	—	5.6	69	利根川中流域
1897	10	2	38.0°	141.7°	—	6.6	198	仙台沖
1898	2	13	36.2°	139.8°	—	5.6	77	茨城県南西部
1898	5	26	37.0°	138.9°	—	6.1	164	新潟県六日町付近
1899	4	15	36.3°	141.0°	—	5.8	40	茨城県沖
1902	3	25	35.9°	140.5°	—	5.6	62	千葉県佐原町付近
1902	5	25	35.6°	139.0°	—	5.4	172	甲斐東部
1904	5	8	37.1°	138.9°	—	6.1	168	新潟県六日町付近
1905	6	7	34.8°	139.3°	—	5.8	218	大島近海
1906	2	23	34.8°	139.8°	—	6.3	197	安房沖
1906	2	24	35.45°	139.75°	—	6.4	135	東京湾
1908	12	28	35.6°	138.65°	—	5.8	199	山梨県中部
1909	7	3	35.6°	139.8°	—	6.1	119	東京湾西部
1910	9	26	36.8°	141.5°	—	5.9	89	常陸沖

第 5.2-1 表 (4) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1912	7	16	36.4°	138.55°	—	5.7	184	浅間山
1913	12	15	35.5°	140.0°	—	6.0	118	東京湾
1915	6	20	35.5°	139.0°	—	5.9	179	山梨県南東部
1915	11	16	35.4°	140.3°	—	6.0	120	房総南部
1916	2	22	36.5°	138.5°	—	6.2	188	浅間山麓
1917	1	31	35.2°	139.0°	—	4 1/2	200	箱根地方
1918	6	26	35.4°	139.1°	—	6.3	179	山梨県上野原付近
1920	12	27	35.23°	139.05°	—	5.7	195	箱根山
1921	12	8	36.0°	140.2°	—	7.0	62	茨城県龍ヶ崎付近
1922	1	23	37.5°	141.5°	—	6.5	141	磐城沖
1922	4	26	35.2°	139.75°	—	6.8	159	浦賀水道
1922	5	9	36.0°	140.0°	—	6.1	74	茨城県谷田部付近
1923	1	14	36° 04.78′	140° 03.21′	87	6.0	64	水海道付近
1923	9	1	35° 19.87′	139° 08.14′	23	7.9	181	関東南部(関東大地震)
1923	9	1	35° 14.01′	138° 46.13′	0	6.6	214	山梨県東部
1923	9	2	34° 41.31′	140° 02.69′	14	7.3	202	千葉県勝浦沖
1924	1	15	35° 20.44′	139° 03.30′	0	7.3	186	丹沢山塊
1926	8	3	35° 35.41′	139° 43.89′	57	6.3	123	東京市南東部
1927	10	27	37° 30.00′	138° 50.97′	0	5.2	195	新潟県中部(関原地震)
1928	5	21	35° 40.16′	140° 03.98′	75	6.2	99	千葉付近
1929	7	27	35° 30.87′	139° 05.01′	37	6.3	172	丹沢山付近
1930	3	22	35° 02.39′	139° 05.81′	10	5.9	207	伊東沖(伊東群発地震)
1930	6	1	36° 25.57′	140° 32.22′	54.21	6.5	6	那珂川下流域
1930	11	26	35° 02.58′	138° 58.42′	0.59	7.3	214	伊豆北部(北伊豆地震)
1931	9	21	36° 09.50′	139° 14.85′	3.03	6.9	126	埼玉県中部(西埼玉地震)
1933	10	4	37° 14.35′	138° 57.55′	0	6.1	171	新潟県小千谷

第 5.2-1 表 (5) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名
			北緯	東経				
1936	11	2	37° 22.35′	140° 00.92′	1	4.1	115	会津若松市付近
1938	5	23	36° 34.43′	141° 19.44′	0	7.0	66	塩屋崎沖
1938	9	22	36° 26.61′	141° 03.49′	48	6.5	41	鹿島灘
1938	11	5	36° 55.54′	141° 55.12′	43	7.5	129	福島県東方沖(福島県東方沖地震)
1942	2	21	37° 42.63′	141° 50.75′	42	6.5	178	福島県沖
1943	8	12	37° 20.16′	139° 52.48′	26	6.2	118	福島県田島付近(田島地震)
1949	12	26	36° 42.31′	139° 41.76′	1.35	6.2	86	今市地方(今市地震)
1949	12	26	36° 43.11′	139° 46.99′	8	6.4	79	今市地方(今市地震)
1950	9	10	35° 17.71′	140° 32.98′	56	6.3	128	九十九里浜
1951	1	9	35° 27.04′	140° 04.24′	64	6.1	121	千葉県中部
1956	2	14	35° 42.24′	139° 56.68′	54.41	5.9	102	東京湾北岸
1956	9	30	37° 58.74′	140° 36.62′	11.02	6.0	170	宮城県南部
1956	9	30	35° 37.80′	140° 11.40′	81	6.3	98	千葉県中部
1961	2	2	37° 26.9′	138° 50.1′	0	5.2	192	長岡付近
1961	7	22	34° 51.8′	139° 19.3′	0	4.6	211	伊豆大島近海
1968	7	1	35° 59′	139° 26′	50	6.1	117	埼玉県中部
1972	1	14	34° 48′	139° 19′	0	3.8	217	大島近海
1974	8	4	36° 01′	139° 55′	50	5.8	78	茨城県南西部
1975	8	15	37° 04′	141° 08′	50	5.5	83	福島県沿岸
1976	6	16	35° 30′	139° 00′	20	5.5	179	山梨県東部
1977	10	5	36° 08′	139° 52′	60	5.5	75	茨城県南西部
1978	12	3	34° 53′	139° 11′	20	5.5	216	大島近海
1979	4	25	37° 22′	139° 29′	0	4.4	142	福島県西部
1979	5	5	35° 48′	139° 11′	20	4.7	147	秩父市付近
1980	6	29	34° 55′	139° 14′	10	6.7	210	伊豆半島中部沿岸
1980	9	24	35° 58′	139° 48′	80	5.4	90	埼玉県東部

第 5.2-1 表 (6) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1980	9	25	35° 31′	140° 13′	80	6.0	109	千葉県中部
1982	8	12	34° 53′	139° 34′	30	5.7	197	伊豆大島近海
1983	2	27	35° 56.4′	140° 09.1′	72	6.0	69	茨城県南部
1983	8	8	35° 31.3′	139° 01.3′	22	6.0	176	神奈川・山梨県境
1984	2	14	35° 35.3′	139° 06.2′	25	5.4	165	神奈川・山梨県境
1984	12	17	35° 36.0′	140° 03.3′	78	4.9	106	東京湾
1986	8	24	36° 19.4′	138° 19.4′	3.7	4.9	205	長野県東部
1987	2	6	36° 57.9′	141° 53.6′	35	6.7	129	福島県沖
1987	4	7	37° 18.2′	141° 51.8′	44	6.6	147	福島県沖
1987	4	23	37° 05.5′	141° 37.4′	46.8	6.5	116	福島県沖
1987	6	16	37° 30.5′	140° 03.4′	7.1	4.5	127	会津若松付近
1987	9	14	36° 59.5′	138° 29.0′	7.1	4.8	198	長野県北部
1987	12	17	35° 22.5′	140° 29.6′	57.9	6.7	120	千葉県東方沖
1988	3	18	35° 39.9′	139° 38.6′	96.1	5.8	123	東京都東部
1988	8	12	35° 05.9′	139° 51.8′	69.4	5.3	164	千葉県南部
1988	9	5	35° 30.0′	138° 59.0′	29.6	5.6	180	山梨県東部
1989	2	19	36° 01.3′	139° 54.3′	55.3	5.6	78	茨城県南西部
1989	3	6	35° 41.8′	140° 42.6′	55.7	6.0	84	千葉県北部
1989	7	9	34° 59.7′	139° 06.5′	3.4	5.5	210	伊豆半島東方沖
1989	10	14	34° 49.6′	139° 30.0′	21.2	5.7	206	伊豆大島近海
1990	5	3	36° 26.2′	140° 36.6′	58.0	5.4	2	鹿島灘
1992	2	2	35° 13.8′	139° 47.3′	92.3	5.7	154	東京湾南部
1992	5	11	36° 32.0′	140° 32.2′	56.2	5.6	11	茨城県中部
1992	12	27	36° 58.6′	138° 34.8′	10	4.5	190	新潟県南部
1993	5	21	36° 02.7′	139° 53.8′	60.8	5.4	78	茨城県南西部
1994	10	25	35° 10.9′	138° 59.0′	3.9	4.9	203	箱根山

第 5.2-1 表 (7) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
1994	12	18	37° 17.7′	139° 53.5′	6.3	5.5	113	福島県西部
1995	1	7	36° 18.10′	139° 58.63′	71.49	5.4	58	茨城県南西部
1995	4	1	37° 53.47′	139° 14.88′	16.16	5.6	200	新潟県北東部
1995	12	22	38° 12.21′	140° 23.05′	11.05	4.6	196	蔵王付近
1996	2	17	37° 18.57′	142° 32.86′	58	6.8	198	福島県沖
1996	3	6	35° 28.55′	138° 56.86′	19.59	5.5	184	山梨県東部
1996	9	11	35° 38.33′	141° 13.01′	51.99	6.4	106	銚子沖
1996	12	21	36° 05.77′	139° 51.65′	53.11	5.6	77	茨城県南部
1997	3	4	34° 57.34′	139° 10.18′	2.64	5.9	210	伊豆半島東方沖
1998	2	21	37° 16.22′	138° 47.74′	19.12	5.2	185	中越地方
1999	3	26	36° 27.04′	140° 36.93′	59.04	5.0	1	水戸付近
1999	9	13	35° 35.86′	140° 09.59′	75.81	5.1	103	千葉市付近
2000	4	26	37° 34.80′	140° 00.73′	12.57	4.5	136	会津若松・喜多方付近
2000	6	3	35° 41.39′	140° 44.79′	48.06	6.1	85	千葉県北東部
2000	7	21	36° 31.76′	141° 07.12′	49.37	6.4	47	茨城県沖
2001	1	4	36° 57.39′	138° 46.12′	11.23	5.3	173	中越地方
2002	2	12	36° 35.38′	141° 04.96′	47.79	5.7	46	茨城県沖
2002	6	14	36° 12.98′	139° 58.63′	56.99	5.1	62	茨城県南部
2003	5	12	35° 52.13′	140° 05.14′	46.87	5.3	79	茨城県南部
2003	9	20	35° 13.13′	140° 18.02′	69.96	5.8	139	千葉県南部
2003	10	15	35° 36.82′	140° 02.99′	73.90	5.1	105	千葉県北西部
2003	11	15	36° 25.95′	141° 09.91′	48.40	5.8	51	茨城県沖
2004	4	4	36° 23.41′	141° 09.24′	48.99	5.8	50	茨城沖
2004	7	17	34° 50.29′	140° 21.36′	68.68	5.5	180	房総半島南東沖
2004	10	6	35° 59.33′	140° 05.39′	65.97	5.7	69	茨城県南部
2004	10	23	37° 17.55′	138° 52.03′	13.08	6.8	181	中越地方(平成16年(2004年) 新潟県中越地震)

第 5.2-1 表(8) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
2005	1	18	37° 22.24′	138° 59.81′	7.62	4.7	176	中越地方
2005	2	16	36° 02.31′	139° 53.33′	46.15	5.3	79	茨城県南部
2005	4	11	35° 43.61′	140° 37.27′	51.51	6.1	80	千葉県北東部
2005	6	20	35° 44.03′	140° 41.68′	50.65	5.6	80	千葉県北東部
2005	6	20	37° 13.76′	138° 35.44′	14.51	5.0	199	中越地方
2005	7	23	35° 34.90′	140° 08.31′	73.08	6.0	105	千葉県北西部
2005	7	28	36° 07.57′	139° 50.78′	51.12	5.0	77	茨城県南部
2005	8	7	35° 33.57′	140° 06.89′	73.28	4.7	108	千葉県北西部
2005	8	21	37° 17.90′	138° 42.71′	16.73	5.0	193	中越地方
2005	10	16	36° 02.36′	139° 56.25′	47.12	5.1	75	茨城県南部
2005	10	19	36° 22.90′	141° 02.59′	48.32	6.3	40	茨城県沖
2006	4	21	34° 56.49′	139° 11.75′	7.11	5.8	210	伊豆半島東方沖
2007	8	16	35° 26.62′	140° 31.83′	30.77	5.3	112	九十九里浜付近
2008	3	8	36° 27.15′	140° 36.70′	57.04	5.2	1	茨城県北部
2008	5	8	36° 13.69′	141° 36.46′	50.57	7.0	94	茨城県沖
2008	7	5	36° 38.56′	140° 57.12′	49.69	5.2	38	茨城県沖
2009	5	12	37° 04.32′	138° 31.99′	12.12	4.8	197	上越地方
2009	10	12	37° 25.93′	139° 41.80′	3.89	4.9	135	会津地方
2009	12	17	34° 57.53′	139° 08.19′	4.00	5.0	212	伊豆半島東方沖
2010	3	13	37° 36.85′	141° 28.30′	77.70	5.5	151	福島県東方沖
2010	3	14	37° 43.45′	141° 49.08′	39.75	6.7	178	福島県沖
2010	5	1	37° 33.55′	139° 11.47′	9.26	4.9	176	中越地方
2010	6	13	37° 23.76′	141° 47.74′	40.30	6.2	150	福島県沖
2010	9	29	37° 17.10′	140° 01.53′	7.62	5.7	106	福島県中通り
2011	3	11	38° 06.21′	142° 51.66′	23.74	9.0	272	東北沖(平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震、東日本大震災)
2011	3	11	36° 07.25′	141° 15.15′	42.70	7.6	69	茨城県沖

第 5.2-1 表 (9) 敷地周辺の主な被害地震

年	月	日	震央位置		深さ (km)	マグニ チュード	震央距離 (km)	地名 (地震名)
			北緯	東経				
2011	3	12	36° 59.16′	138° 35.87′	8.38	6.7	189	長野県北部
2011	3	15	35° 18.57′	138° 42.87′	14.31	6.4	212	静岡県東部
2011	4	11	36° 56.74′	140° 40.36′	6.42	7.0	55	福島県浜通り
2011	4	12	37° 03.15′	140° 38.61′	15.08	6.4	67	福島県東部
2011	4	16	36° 20.45′	139° 56.73′	78.80	5.9	60	茨城県南部
2011	4	17	37° 01.37′	138° 41.32′	7.97	4.9	182	中越地方
2011	6	2	37° 01.05′	138° 42.30′	5.68	4.7	181	中越地方
2011	7	31	36° 54.19′	141° 13.28′	57.31	6.5	75	福島県沖
2011	8	19	37° 38.94′	141° 47.80′	51.15	6.5	170	福島県沖
2011	11	20	36° 42.64′	140° 35.29′	8.99	5.3	29	茨城県北部
2012	1	28	35° 29.35′	138° 58.62′	18.16	5.4	181	富士五湖地方
2012	3	14	35° 44.86′	140° 55.92′	15.08	6.1	83	千葉県東方沖

年月日、震央位置、深さ及びマグニチュードは以下による。
 ・1922年以前の地震:「日本被害地震総覧 599-2012」
 ・1923年以降の地震:「地震・火山月報(カタログ編)2013年3月」
 地名(地震名)は以下による。
 ・「日本被害地震総覧 599-2012」
 ただし、記載なきものは「地震・火山月報(カタログ編)2013年3月」

第 5.4-1 表 気象庁震度階級関連解説表（2009）（抜粋）

● 木造建物（住宅）の状況

震度階級	木造建物(住宅)	
	耐震性が高い	耐震性が低い
5弱	—	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。
5強	—	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。
6弱	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 壁などに大きなひび割れ・亀裂が入ることがある。 瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。
6強	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。	壁などに大きなひび割れ・亀裂が入るものが多くなる。 傾くものや、倒れるものが多くなる。
7	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 まれに傾くことがある。	傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。

(注 1) 木造建物(住宅)の耐震性により2つに区分けした。耐震性は、建築年代の新しいものほど高い傾向があり、概ね昭和 56 年(1981 年)以前は耐震性が低く、昭和 57 年(1982 年)以降には耐震性が高い傾向がある。しかし、構法の違いや壁の配置などにより耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

(注 2) この表における木造の壁のひび割れ、亀裂、損壊は、土壁(割り竹下地)、モルタル仕上壁(ラス、金網下地を含む)を想定している。下地の弱い壁は、建物の変形が少ない状況でも、モルタル等が剥離し、落下しやすくなる。

(注 3) 木造建物の被害は、地震の際の地震動の周期や継続時間によって異なる。平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震のように、震度に比べ建物被害が少ない事例もある。

● 鉄筋コンクリート造建物の状況

震度階級	鉄筋コンクリート造建物	
	耐震性が高い	耐震性が低い
5強	—	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。
6弱	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。
6強	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、斜めや X 状のひび割れ・亀裂がみられることがある。 1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものがある。
7	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂がさらに多くなる。 1階あるいは中間階が変形し、まれに傾くものがある。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、斜めや X 状のひび割れ・亀裂が多くなる。 1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものが多くなる。

(注 1) 鉄筋コンクリート造建物では、建築年代の新しいものほど耐震性が高い傾向があり、概ね昭和 56 年(1981 年)以前は耐震性が低く、昭和 57 年(1982 年)以降は耐震性が高い傾向がある。しかし、構造形式や平面的、立面的な耐震壁の配置により耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

(注 2) 鉄筋コンクリート造建物は、建物の主体構造に影響を受けていない場合でも、軽微なひび割れがみられることがある。

第 5.5-1 表 敷地地盤で観測された主な地震

No.	発震日時 地名又は地震名	震央位置 北緯 東経	マグニ チュード M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	気象庁震度階級 (茨城県、抜粋)
1	2011年3月11日14:46 東北地方太平洋沖地震 の本震	38° 06.21' 142° 51.66'	9.0※	23.74	272	6強: 日立市助川小学校、日立市十王町友部、高萩市本町、笠間市中 央、常陸大宮市北町、那珂市瓜連、小美玉市上玉里、筑西市舟 生、鉾田市当間 6弱: 水戸市金町、水戸市千波町、水戸市中央、水戸市内原町(旧)、 日立市役所、常陸太田市高柿町(旧)、高萩市安良川、北茨城市 磯原町、笠間市石井(旧)、笠間市下郷、ひたちなか市南神敷台、 ひたちなか市東石川、茨城町小堤、東海村東海(旧)、常陸大宮 市中富町、常陸大宮市野口、常陸大宮市山方、那珂市福田、城 里町石塚(旧)、城里町阿波山(旧)、小美玉市小川、小美玉市堅 倉、土浦市常名、土浦市下高津、石岡市柿岡、石岡市石岡、取手 市井野、つくば市天王台、つくば市苜間、茨城鹿嶋市鉢形、茨城 鹿嶋市宮中、潮来市辻、美浦村受領、坂東市山、稲敷市役所、稲 敷市結佐、筑西市門井、かすみがうら市上土田、行方市麻生 (旧)、行方市山田、行方市玉造、桜川市岩瀬、桜川市真壁、鉾田 市鉾田、鉾田市造谷、鉾田市汲上、常総市新石下、つくばみらい 市加藤 5強: 常陸太田市町屋町、常陸太田市町田町、常陸太田市大中町、大 洗町磯浜町、大子町池田、常陸大宮市高部、常陸大宮市上小 瀬、城里町徳蔵、土浦市藤沢、茨城古河市下大野、茨城古河市 仁連、石岡市八郷、結城市結城、龍ヶ崎寺後、下妻市本城町、 下妻市鬼怒、取手市寺田、取手市藤代、牛久市中央、つくば市小 荊、阿見町中央、河内町源清田、八千代町菅谷、五霞町小福田、 境町旭町、守谷市大柏、坂東市岩井、坂東市馬立、坂東市役所、 稲敷市江戸崎甲、稲敷市柴崎、筑西市下中山、筑西市海老ヶ島、 かすみがうら市大和田、神栖市溝口、神栖市波崎、桜川市羽田、 つくばみらい市福田 5弱: 茨城古河市長谷町、利根町布川
2	2011年3月11日15:15 東北地方太平洋沖地震 の最大余震	36° 07.25' 141° 15.15'	7.6	42.70	69	6強: 鉾田市当間 6弱: 神栖市溝口、鉾田市鉾田 5強: 水戸市金町、水戸市千波町、水戸市中央、日立市助川小学校、 笠間市中央、東海村東海(旧)、那珂市瓜連、城里町石塚(旧)、 城里町阿波山(旧)、小美玉市小川、土浦市常名、土浦市下高 津、茨城鹿嶋市鉢形、茨城鹿嶋市宮中、潮来市辻、稲敷市須賀 津、稲敷市結佐、筑西市舟生、神栖市波崎、行方市麻生(旧)、行 方市玉造、鉾田市造谷、つくばみらい市福田 5弱: 水戸市内原町(旧)、日立市役所、高萩市安良川、笠間市石井 (旧)、笠間市下郷、ひたちなか市東石川、大洗町磯浜町、常陸大 宮市北町、常陸大宮市野口、小美玉市堅倉、土浦市藤沢、茨城 古河市下大野、石岡市柿岡、石岡市八郷、結城市結城、下妻市 本城町、取手市寺田、取手市井野、牛久市中央、つくば市天王 台、つくば市苜間、つくば市小荊、阿見町中央、河内町源清田、八 千代町菅谷、利根町布川、坂東市山、稲敷市江戸崎甲、稲敷市 柴崎、筑西市下中山、筑西市海老ヶ島、筑西市門井、かすみがうら 市上土田、かすみがうら市大和田、桜川市岩瀬、桜川市真壁、桜 川市羽田
3	2011年4月11日17:16 福島県浜通りの地震	36° 56.74' 140° 40.36'	7.0	6.42	55	6弱: 鉾田市当間 5強: 日立市助川小学校、高萩市安良川、北茨城市磯原町、小美玉市 上玉里、筑西市舟生、かすみがうら市上土田、鉾田市鉾田、鉾田 市汲上 5弱: 水戸市千波町、水戸市中央、日立市役所、日立市十王町友部、 高萩市本町、笠間市中央、ひたちなか市南神敷台、ひたちなか市 東石川、茨城町小堤、大子町池田、常陸大宮市北町、常陸大宮 市野口、那珂市福田、那珂市瓜連、城里町石塚(旧)、城里町阿 波山(旧)、小美玉市小川、小美玉市堅倉、土浦市常名、土浦市 下高津、土浦市藤沢、石岡市柿岡、石岡市石岡、石岡市八郷、つ くば市天王台、つくば市苜間、阿見町中央、坂東市馬立、坂東市 山、稲敷市役所、行方市山田、常総市新石下、つくばみらい市加 藤

〔地震諸元及び震度は気象庁による。〕
※はモーメントマグニチュードMw

第 5.5-2 表 敷地の地盤構造モデル（浅部）

上面 G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm ³)	水平方向			鉛直方向		
			S波速度 (m/s)	減衰定数※		P波速度 (m/s)	減衰定数※	
				h ₀	α		h ₀	α
0	1	1.97	192 (202, 196)	0.732 (0.250, 0.469)	1.053 (0.438, 0.594)	504 (532)	0.546 (0.313)	0.531 (0.094)
-1	5	1.97	199 (177, 180)			470 (470)		
-6	3	1.92	333 (326, 278)			1196 (1213)		
-9	3	1.77	487 (393, 388)	0.286 (0.125, 0.172)	1.478 (0.859, 1.000)	1650 (1416)	0.987 (0.750)	1.081 (1.000)
-12	1	1.82	559 (466, 479)			1603 (1787)		
-13	17	1.82	483 (469, 475)			1764 (1787)		
-30	70	1.73	494 (454, 469)			1967 (2008)		
-100	110	1.73	542 (518, 453)	0.061 (0.047, 0.031)	1.506 (0.984, 1.000)	1825 (1690)	0.408 (0.250)	1.788 (0.984)
-210	70	1.75	619 (549, 600)			1797 (1760)		
-280	80	1.78	760 (771, 704)			2119 (2219)		
-360	∞	1.86	710			2040		

※ $h=h_0 \times f^{-\alpha}$ ここでfは周波数(Hz)

※ 括弧内の数値は2011年東北地方太平洋沖地震の本震の解析に使用。なお、水平方向の左側はNS方向を、右側はEW方向を示す。

第 5.5-3 表 敷地の地盤構造モデル（深部）

上面 G.L. (km)	層厚 (km)	密度 (g/cm ³)	水平方向			鉛直方向		
			S波速度 (km/s)	減衰定数※		P波速度 (km/s)	減衰定数※	
				Q _s	h _s		Q _p	h _p
0.000	0.360	—	—	—	—	—	—	—
-0.360	0.287	1.86	0.710	100	0.005	2.040	100	0.005
-0.647	0.327	2.11	1.200			2.610		
-0.974	0.009	2.24	1.500			3.100		
-0.983	0.014	2.42	2.000			3.950		
-0.997	0.013	2.57	2.500			4.800		
-1.010	3.790	2.66	2.900	$110 \times f^{0.69}$	$0.0045 \times f^{-0.69}$	5.490	$110 \times f^{0.69}$	$0.0045 \times f^{-0.69}$
-4.800	12.640	2.70	3.600			5.960		
-17.440	14.560	2.80	4.170			6.810		
-32.000	∞	3.20	4.320			7.640		

※ fは周波数(Hz)

第 5.6-1 表 検討用地震の選定に用いる内陸地殻内地震の諸元

断層名	長さ (km)	地震規模 M	等価 震源距離 (km)
関谷断層	40	7.5	95
関東平野北西縁断層帯	82	8.0	130
F3断層、F4断層	16	6.8	21
関口一米平リニアメント	6	6.8※	28
豎破山リニアメント	4	6.8※	26
宮田町リニアメント	1	6.8※	23
吾国山断層	6	6.8※	37
F8断層	26	7.2	26
F16断層	26	7.2	30
A-1背斜	19	7.0	22
棚倉破碎帯東縁断層、同西縁断層の連動	42	7.5	38
F1断層、北方陸域の断層の連動	44	7.6	29

※ 長さの短い断層については、M6.8として評価する。

第 5.6-2 表 検討用地震の選定に用いるプレート間地震の諸元

年月日	地震規模 M	等価 震源距離 (km)	地名 (地震名)
1677.11.04	8.0	169	磐城・常陸・安房・上総・下総の地震
1703.12.31	8.05	213	元禄地震
1896.01.09	7.3	60	鹿島灘の地震
1923.09.01	7.9	186	関東大地震
1930.06.01	6.5	55	那珂川下流域の地震
1938.05.23	7.0	67	塩屋崎沖の地震
1938.09.22	6.5	63	鹿島灘の地震
1938.11.05	7.5	137	福島県東方沖地震
2011.03.11	9.0(M _w)	—	2011年東北地方太平洋沖地震の本震※
2011.03.11	7.6	—	2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震※
—	7.3	74	中央防災会議(2004)による茨城県南部の地震
—	7.6	85	地震調査研究推進本部(2012)による茨城県沖の地震

※ 観測記録より求めた解放基盤波を用いる。

第 5.6-3 表 検討用地震の選定に用いる海洋プレート内地震の諸元

年月日	地震規模 M	等価 震源距離 (km)	地名 (地震名)
818.-.-	7.5	126	関東諸国の地震
1895.01.18	7.2	64	霞ヶ浦付近の地震
1921.12.08	7.0	77	茨城県龍ヶ崎付近の地震
—	7.3	65	中央防災会議(2004)による茨城県南部の地震
—	7.1	71	地震調査研究推進本部(2009)による震源断層を予め特定しにくい地震

第 5.6-4 表 検討用地震の断層パラメータ

(F 1 断層、北方陸域の断層の運動による地震、基本震源モデル)

断層パラメータ		設定方法	単位	断層全体	北部	南部
地表トレース (北端)	北緯(世界測地系)	活断層調査結果による	—	36° 56′ 55.8″	36° 56′ 55.8″	36° 45′ 6″
	東経(世界測地系)	活断層調査結果による	—	140° 42′ 30.0″	140° 42′ 30.0″	140° 43′ 19″
地表トレース (南端)	北緯(世界測地系)	活断層調査結果による	—	36° 33′ 18″	36° 45′ 6″	36° 33′ 18″
	東経(世界測地系)	活断層調査結果による	—	140° 44′ 8″	140° 43′ 19″	140° 44′ 8″
断層面基準点 (北端)	北緯(世界測地系)	地表トレースより傾斜角を考慮して計算	—	—	36° 56′ 51″	36° 45′ 1″
	東経(世界測地系)	地表トレースより傾斜角を考慮して計算	—	—	140° 40′ 33″	140° 41′ 23″
走向		活断層調査結果による	—	—	176.8°NE	176.8°NE
傾斜角		活断層調査結果による	—	60°	60°	60°
ずれの種類		2011年東北地方太平洋沖地震以降の地震発生状況による	—	正断層	正断層	正断層
断層上端深さ		微小地震の発生及び地下構造より設定	km	5.0	5.0	5.0
断層下端深さ		微小地震の発生及び地下構造より設定	km	18.0	18.0	18.0
断層長さ		L: 活断層調査結果による	km	43.8	21.9	21.9
断層幅		W: 地震発生層と傾斜角より設定	km	15.0	15.0	15.0
断層面積		S=LW	km ²	657.0	328.5	328.5
等価半径		$R=(S/\pi)^{0.5}$	km	14.5	10.2	10.2
地震モーメント		$M_0=(S/(4.24 \times 10^{11}))^2/10^7$ (入倉・三宅, 2001)	N・m	2.40E+19	1.20E+19	1.20E+19
気象庁マグニチュード	$M_j=(\log L+2.9)/0.6$ (松田, 1975)		—	7.6	—	—
	$M_j=(\log M_0-10.72)/1.17$ (武村, 1990)		—	7.4	—	—
モーメントマグニチュード		$M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$	—	6.9	—	—
せん断波速度		β : 地下構造より設定	km/s	3.6	3.6	3.6
密度		ρ : 地下構造より設定	g/cm ³	2.7	2.7	2.7
剛性率		$\mu=\rho\beta^2$	N/m ²	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10
平均すべり量		$D=M_0/(\mu S)$	cm	104.4	104.4	104.4
平均応力降下量		Fujii and Matsu'ura(2000)による	MPa	3.1	3.1	3.1
短周期レベル(内陸地震の平均)		$A=2.46 \times 10^{10} \cdot (M_0 \cdot 10^7)^{1/3}$ (壇ほか, 2001)	N・m/s ²	1.53E+19	—	—
破壊伝播速度		$V_f=0.72\beta$ (Geller, 1976)	km/s	2.59	2.59	2.59
破壊伝播形式		同心円状	—	—	—	—
アスペリティ	等価半径	$r_a=(S_a/\pi)^{0.5}$	km	6.8	4.8	4.8
	面積	$S_a=0.22 \times S$ (Someville et al.(1999)による)	km ²	144.5	72.3	72.3
	平均すべり量	$D_a=2D$	cm	208.9	208.9	208.9
	地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	N・m	1.06E+19	5.28E+18	5.28E+18
	応力降下量	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma \times S_a$	MPa	14.09	14.09	14.09
	短周期レベル	$A_a=4\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$	N・m/s ²	1.56E+19	1.10E+19	1.10E+19
背景領域	面積	$S_b=S-S_a$	km ²	512.5	256.2	256.2
	地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	N・m	1.34E+19	6.72E+18	6.72E+18
	平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	cm	75.0	75.0	75.0

第 5.6-5 表(1) 地震動評価において考慮する検討ケースの主な諸元の比較

(F 1 断層、北方陸域の断層の連動による地震、応答スペクトルに基づく手法)

ケース名	断層長さ (km)	断層幅 (km)	断層傾斜角 (°)	アスペリティ位置	地震規模 M	等価震源距離 (km)
基本震源モデル	43.8	15.0	西60	敷地近傍	7.6	27.1

第 5.6-5 表(2) 地震動評価において考慮する検討ケースの主な諸元の比較

(F 1 断層、北方陸域の断層の連動による地震、断層モデルを用いた手法)

ケース名	断層長さ (km)	断層幅 (km)	断層傾斜角 (°)	アスペリティ位置	破壊開始点	短周期レベル
基本震源モデル	43.8	15.0	西60	敷地近傍	複数設定	平均
短周期レベルの不確かさを考慮	43.8	15.0	西60	敷地近傍	複数設定	1.5倍

第 5.6-6 表 検討用地震の断層パラメータ

(F 1 断層、北方陸域の断層の運動による地震、短周期レベルの不確かさを考慮)

断層パラメータ		設定方法	単位	断層全体	北部	南部
地表トレース (北端)	北緯(世界測地系)	活断層調査結果による	—	36° 56′ 55.8″	36° 56′ 55.8″	36° 45′ 6″
	東経(世界測地系)	活断層調査結果による	—	140° 42′ 30.0″	140° 42′ 30.0″	140° 43′ 19″
地表トレース (南端)	北緯(世界測地系)	活断層調査結果による	—	36° 33′ 18″	36° 45′ 6″	36° 33′ 18″
	東経(世界測地系)	活断層調査結果による	—	140° 44′ 8″	140° 43′ 19″	140° 44′ 8″
断層面基準点 (北端)	北緯(世界測地系)	地表トレースより傾斜角を考慮して計算	—	—	36° 56′ 51″	36° 45′ 1″
	東経(世界測地系)	地表トレースより傾斜角を考慮して計算	—	—	140° 40′ 33″	140° 41′ 23″
走向		活断層調査結果による	—	—	176.8°NE	176.8°NE
傾斜角		活断層調査結果による	—	60°	60°	60°
ずれの種類		2011年東北地方太平洋沖地震以降の地震発生状況による	—	正断層	正断層	正断層
断層上端深さ		微小地震の発生及び地下構造より設定	km	5.0	5.0	5.0
断層下端深さ		微小地震の発生及び地下構造より設定	km	18.0	18.0	18.0
断層長さ		L: 活断層調査結果による	km	43.8	21.9	21.9
断層幅		W: 地震発生層と傾斜角より設定	km	15.0	15.0	15.0
断層面積		S=LW	km ²	657.0	328.5	328.5
等価半径		$R=(S/\pi)^{0.5}$	km	14.5	10.2	10.2
地震モーメント		$M_0=(S/(4.24 \times 10^{11}))^2/10^7$ (入倉・三宅, 2001)	N・m	2.40E+19	1.20E+19	1.20E+19
気象庁マグニチュード	$M_j=(\log L+2.9)/0.6$ (松田, 1975)		—	7.6	—	—
	$M_j=(\log M_0-10.72)/1.17$ (武村, 1990)		—	7.4	—	—
モーメントマグニチュード		$M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$	—	6.9	—	—
せん断波速度		β : 地下構造より設定	km/s	3.6	3.6	3.6
密度		ρ : 地下構造より設定	g/cm ³	2.7	2.7	2.7
剛性率		$\mu=\rho\beta^2$	N/m ²	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10
平均すべり量		$D=M_0/(\mu S)$	cm	104.4	104.4	104.4
平均応力降下量		Fujii and Matsu'ura(2000)による	MPa	3.1	3.1	3.1
短周期レベル(内陸地震の平均)		$A=2.46 \times 10^{10} \cdot (M_0 \cdot 10^7)^{1/3}$ (塩ほか, 2001)	N・m/s ²	1.53E+19	—	—
破壊伝播速度		$V_f=0.72\beta$ (Geller, 1976)	km/s	2.59	2.59	2.59
破壊伝播形式		同心円状	—	—	—	—
アスペリティ	等価半径	$r_a=(S_a/\pi)^{0.5}$	km	6.8	4.8	4.8
	面積	$S_a=0.22 \times S$ (Someville et al.(1999)による)	km ²	144.5	72.3	72.3
	平均すべり量	$D_a=2D$	cm	208.9	208.9	208.9
	地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	N・m	1.06E+19	5.28E+18	5.28E+18
	応力降下量	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma \times S_a/S_a \times 1.5$	MPa	21.14	21.14	21.14
	短周期レベル	$A_a=4\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$	N・m/s ²	2.33E+19	1.65E+19	1.65E+19
背景領域	面積	$S_b=S-S_a$	km ²	512.5	256.2	256.2
	地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	N・m	1.34E+19	6.72E+18	6.72E+18
	平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	cm	75.0	75.0	75.0

第 5.6-7 表 F 1 断層、北方陸域の断層の連動による地震の地震動評価に用いる

要素地震の諸元

項目		設定値
発生日時		2011年4月14日 7時35分
気象庁マグニチュード		5.1
震央位置	東経 (°)	140.57
	北緯 (°)	36.78
震源深さ (km)		8.8
走向 (°)		155 ; 314
傾斜 (°)		63 ; 29
すべり角 (°)		-80 ; -109
地震モーメント (N・m)		2.41×10^{16}
応力降下量 (MPa)		7.5

第 5.6-8 表 検討用地震の断層パラメータ

(2011 年東北地方太平洋沖地震の本震、

基本震源モデル及びアスペリティ位置の不確かさを考慮)

項目		設定値	設定方法	
走向	$\theta (^{\circ})$	200	諸井ほか(2013)	
傾斜角1	$\delta_1 (^{\circ})$	12	諸井ほか(2013)	
傾斜角2	$\delta_2 (^{\circ})$	21	諸井ほか(2013)	
すべり角	$\lambda (^{\circ})$	88	F-net	
長さ	L(km)	500	諸井ほか(2013)	
幅	W(km)	200	諸井ほか(2013)	
基準点北緯	N($^{\circ}$)	38.1035	本震の震源位置(気象庁)	
基準点東経	E($^{\circ}$)	142.861	本震の震源位置(気象庁)	
基準点深さ	H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)	
上端深さ	h_u (km)	12.3	$h_u = H - w_1 \sin \delta_1$	
下端深さ	h_l (km)	68.9	$h_l = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$	
断層面積	S(km ²)	100000	S=L×W	
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08	諸井ほか(2013)	
地震モーメント	M_0 (N・m)	4.00E+22	$M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$	
モーメントマグニチュード	M_W	9.0	$\log M_0 = \log M_W + 9.1$	
平均すべり量	D(cm)	854.3	$D = M_0 / (\mu S)$	
剛性率	μ (N/m ²)	4.68E+10	$\mu = \rho V_s^2$ 、 $\rho = 3.08 \text{g/cm}^3$	
S波速度	V_s (km/s)	3.9	—	
破壊伝播速度	V_r (km/s)	3.0	—	
アスペリティ全体	面積	S_a (km ²)	12500	$S_a = cS$ 、 $c = 0.125$
	地震モーメント	M_{0a} (N・m)	1.00E+22	$M_{0a} = \mu D_a S_a$
	すべり量	D_a (cm)	1708.6	$D_a = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	24.6	$\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma$
	短周期レベル	A_a (N・m/s ²)	2.97E+20	$A_a = (\sum A_{ai}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{ai}$
各アスペリティ	面積	S_{ai} (km ²)	2500	$S_{ai} = S_a / 5$
	地震モーメント	M_{0ai} (N・m)	2.00E+21	$M_{0ai} = M_{0a} S_{ai}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a} / 5$
	すべり量	D_{ai} (cm)	1708.6	$D_{ai} = M_{0ai} / (\mu S_{ai})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{ai}$ (MPa)	24.6	$\Delta \sigma_{ai} = \Delta \sigma_a$
	短周期レベル	A_{ai} (N・m/s ²)	1.33E+20	$A_{ai} = 4 \pi r_i \Delta \sigma_{ai} V_s^2$ 、 $r_i = (S_{ai} / \pi)^{1/2}$
	ライズタイム	τ_{ai} (s)	8.33	$\tau_{ai} = 0.5 W_{ai} / V_r$ 、 W_{ai} : アスペリティ幅
背景領域	面積	S_b (km ²)	87500	$S_b = S - S_a$
	地震モーメント	M_{0b} (N・m)	3.00E+22	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	すべり量	D_b (cm)	732.2	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
	応力降下量	$\Delta \sigma_b$ (MPa)	4.9	$\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$
	ライズタイム	τ_b (s)	33.33	$\tau_b = 0.5 W / V_r$ 、W: 断層幅
Q値	Q	110f ^{0.69}	佐藤ほか(1994)	

第 5.6-9 表 地震動評価において考慮する検討ケースの主な諸元の比較

(2011 年東北地方太平洋沖地震の本震、断層モデルを用いた手法)

ケース名	断層 長さ (km)	断層 幅 (km)	断層 傾斜角 (°)	アスペリティ 位置	短周期レベル
基本震源モデル	500	200	12(東半分) 21(西半分)	過去の地震発生状況を踏 まえ配置	当該地域で発生した過去 の地震の短周期レベルに 基づき設定
アスペリティ位置 の不確かさを考慮	500	200	12(東半分) 21(西半分)	茨城県沖のアスペリティ位 置を敷地近傍に配置	当該地域で発生した過去 の地震の短周期レベルに 基づき設定
短周期レベルの不 確かさを考慮	500	200	12(東半分) 21(西半分)	過去の地震発生状況を踏 まえ配置	基本震源モデルの1.5倍

第 5.6-10 表 検討用地震の断層パラメータ

(2011 年東北地方太平洋沖地震の本震、短周期レベルの不確かさを考慮)

項目		設定値	設定方法
走向	$\theta (^{\circ})$	200	諸井ほか(2013)
傾斜角1	$\delta_1 (^{\circ})$	12	諸井ほか(2013)
傾斜角2	$\delta_2 (^{\circ})$	21	諸井ほか(2013)
すべり角	$\lambda (^{\circ})$	88	F-net
長さ	L(km)	500	諸井ほか(2013)
幅	W(km)	200	諸井ほか(2013)
基準点北緯	N($^{\circ}$)	38.1035	本震の震源位置(気象庁)
基準点東経	E($^{\circ}$)	142.861	本震の震源位置(気象庁)
基準点深さ	H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)
上端深さ	h_u (km)	12.3	$h_u = H - w_1 \sin \delta_1$
下端深さ	h_l (km)	68.9	$h_l = H + (100 - w_1) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$
断層面積	S(km ²)	100000	S=L×W
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08	諸井ほか(2013)
地震モーメント	M_0 (N・m)	4.00E+22	$M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$
モーメントマグニチュード	M_w	9.0	$\log M_0 = \log M_w + 9.1$
平均すべり量	D(cm)	854.3	$D = M_0 / (\mu S)$
剛性率	μ (N/m ²)	4.68E+10	$\mu = \rho V_s^2, \rho = 3.08 \text{g/cm}^3$
S波速度	V_s (km/s)	3.9	—
破壊伝播速度	V_r (km/s)	3.0	—
アスペリティ全体	面積	S_a (km ²)	12500 $S_a = cS, c=0.125$
	地震モーメント	M_{0a} (N・m)	1.00E+22 $M_{0a} = \mu D_a S_a$
	すべり量	D_a (cm)	1708.6 $D_a = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_a$ (MPa)	37.0 $\Delta \sigma_a = S/S_a \times \Delta \sigma \times 1.5$
	短周期レベル	A_a (N・m/s ²)	4.46E+20 $A_a = (\sum A_{al}^2)^{1/2} = 5^{1/2} A_{al}$
各アスペリティ	面積	S_{al} (km ²)	2500 $S_{al} = S_a/5$
	地震モーメント	M_{0al} (N・m)	2.00E+21 $M_{0al} = M_{0a} S_{al}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5} = M_{0a}/5$
	すべり量	D_{al} (cm)	1708.6 $D_{al} = M_{0al} / (\mu S_{al})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{al}$ (MPa)	37.0 $\Delta \sigma_{al} = \Delta \sigma_a$
	短周期レベル	A_{al} (N・m/s ²)	1.99E+20 $A_{al} = 4 \pi r_l \Delta \sigma_{al} V_s^2, r_l = (S_{al}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	τ_{al} (s)	8.33 $\tau_{al} = 0.5 W_{al} / V_r, W_{al}$: アスペリティ幅
背景領域	面積	S_b (km ²)	87500 $S_b = S - S_a$
	地震モーメント	M_{0b} (N・m)	3.00E+22 $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
	すべり量	D_b (cm)	732.2 $D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
	応力降下量	$\Delta \sigma_b$ (MPa)	7.4 $\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$
	ライズタイム	τ_b (s)	33.33 $\tau_b = 0.5 W / V_r, W$: 断層幅
Q値	Q	110f ^{0.69}	佐藤ほか(1994)

第 5.6-11 表 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の地震動評価に用いる

要素地震の諸元

(要素地震(北部))

項目		設定値
発生日時		2011年3月10日 6時23分
気象庁マグニチュード		6.8
震央位置	東経 (°)	143.05
	北緯 (°)	38.17
震源深さ (km)		9.3
走向 (°)		22 ; 213
傾斜 (°)		68 ; 23
すべり角 (°)		85 ; 101
地震モーメント (N・m)		5.51×10^{18}
応力降下量 (MPa)		11.8

(要素地震(南部))

項目		設定値
発生日時		2005年10月19日 20時44分
気象庁マグニチュード		6.3
震央位置	東経 (°)	141.04
	北緯 (°)	36.38
震源深さ (km)		48.3
走向 (°)		25 ; 209
傾斜 (°)		68 ; 22
すべり角 (°)		88 ; 94
地震モーメント (N・m)		3.18×10^{18}
応力降下量 (MPa)		12.5

第 5.6-12 表 検討用地震の断層パラメータ

(茨城県南部の地震、基本震源モデル及びアスペリティ位置の不確かさを考慮)

断層パラメータ	設定方法	設定値	
基準点座標(断層南東端)	茨城県南部のプレート境界地震の北東端とする	36° 1' 2" N 140° 32' 33" E	
断層上端深さ	陸のプレートとフィリピン海プレートの境界の等深線を参考に設定	30.0 km	
気象庁マグニチュード	M_j : 中央防災会議の設定値による	7.3	
モーメントマグニチュード	$M_w = M_j$ とする	7.3	
地震モーメント	$M_0 = 10^{\log M_w + 9.1}$	1.12E+20 N・m	
せん断波速度	β : 佐藤(2003)による	4.0 km/s	
密度	ρ : 佐藤(2003)による	3.0 g/cm ³	
走向	中央防災会議の設定値による	296° NE	
傾斜	中央防災会議の設定値による	90°	
すべり角	中央防災会議の設定値による	-90°	
平均応力降下量	$\Delta \sigma = 7 \pi^{1.5} / 16 \times M_0 / S^{1.5}$	5.00 MPa	
断層面積	中央防災会議の設定値による	1440 km ²	
断層長さ	中央防災会議の設定値による	54.53 km	
断層幅	中央防災会議の設定値による	26.41 km	
剛性率	$\mu = \rho \beta^2$	4.80E+10 N/m ²	
平均すべり量	$D = M_0 / (\mu S)$	1.62 m	
破壊伝播速度	$V_r = 0.72 \beta$ (Geller, 1976)	2.88 km/s	
破壊伝播形式	同心円状	—	
アスペリティ	面積	$S_a = 0.22 \times S$ (Someville et al.(1999)による)	316.89 km ²
	等価半径	$r_a = (S_a / \pi)^{0.5}$	10.04 km
	応力降下量	$\Delta \sigma_a = 2.436 M_{0a} / S_a^{1.5}$	21.43 MPa
	平均すべり量	$D_a = 2.01 D$	3.26 m
	地震モーメント	$M_{0a} = \mu S_a D_a$	4.96E+19 N・m
背景領域	地震モーメント	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	6.26E+19 N・m
	面積	$S_b = S - S_a$	1123.53 km ²
	平均すべり量	$D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$	1.16 m
	実効応力	$\Delta \sigma_b = 2.436 M_{0b} / S_b^{1.5}$	4.05 MPa
短周期レベル	$A = (A_a^2 + A_b^2)^{0.5}$, $A_i = 4 \pi r_i \Delta \sigma_i \beta^2$ (i=a, b)	4.59E+19 N・m/s ²	

第 5.6-13 表 地震動評価において考慮する検討ケースの主な諸元の比較
 (茨城県南部の地震、応答スペクトルに基づく手法及び断層モデルを用いた手法)

ケース名	断層長さ (km)	断層幅 (km)	断層傾斜角 (°)	アスペリティ位置	地震規模 M	等価震源距離 (km)
基本震源モデル	54.5	26.4	90	断層面中央	7.3	62.9
アスペリティ位置の不確かさを考慮	54.5	26.4	90	敷地近傍	7.3	61.3

第 5.6-14 表 設計用応答スペクトルのコントロールポイント

基準地震動Ss	コントロールポイント									
	A		B		C		D		E	
	TA	PSV	TB	PSV	Tc	PSV	TD	PSV	TE	PSV
SS-DH	0.020	2.515	0.060	22.918	0.400	125.000	5.000	125.000		
SS-Dv	0.020	1.305	0.040	7.958	0.300	52.521	0.800	90.000	5.000	90.000

・TA～TEは周期(s)
 ・PSVは速度(cm/s)

第 5.6-15 表 断層モデルを用いた手法による地震動評価より選定した

基準地震動 S s

検討用地震	ケース名	基準地震動Ss
F1断層、北方陸域の断層の連動	短周期レベルの不確かさを考慮 (破壊開始点2)	SS-1NS SS-1EW SS-1UD
2011年東北地方太平洋沖地震の本震	短周期レベルの不確かさを考慮	SS-2NS SS-2EW SS-2UD

第 5.6-16 表 振幅包絡線の経時的変化

基準地震動Ss	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的変化(s)		
		t_B	t_C	t_D
SS-DH	99.44	13.18	40.10	99.44
SS-Dv	99.44	13.18	40.10	99.44

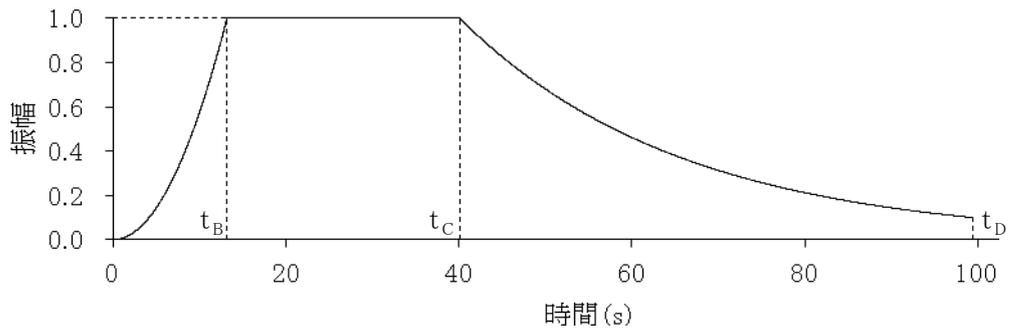
M=8.1, Xeq=70kmとして評価

$$t_B = 10^{0.5M-2.93}$$

$$t_C - t_B = 10^{0.3M-1.0}$$

$$t_D - t_C = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$$

$$E(t) = \begin{cases} (t/t_B)^2 & 0 \leq t < t_B \\ 1 & t_B \leq t < t_C \\ \text{EXP}[\ln 0.1 \times (t-t_C)/(t_D-t_C)] & t_C \leq t \leq t_D \end{cases}$$



第 5.6-17 表 応答スペクトルに適合する基準地震動 S s - D の作成結果

基準地震動Ss	作成条件	作成結果			
	応答スペクトル	最大加速度 (cm/s ²)	継続時間等	応答スペクトル比	SI比
SS-DH	第5.6-14表	790	第5.6-16表	第5.6-25図	1.0以上
SS-DV	第5.6-14表	410	第5.6-16表	第5.6-25図	1.0以上

$$\text{応答スペクトル比} = \frac{{}_p S_V^S(T)}{{}_p S_V^T(T)} \geq 0.85$$

$$\text{SI比} = \frac{\int_{0.1}^{2.5} {}_p S_V^S(T) dT}{\int_{0.1}^{2.5} {}_p S_V^T(T) dT} \geq 1.0$$

ここで、 T : 周期(s)

SI: スペクトル強度

${}_p S_V^S(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル値(cm/s)

${}_p S_V^T(T)$: 目標とする応答スペクトル値(cm/s)