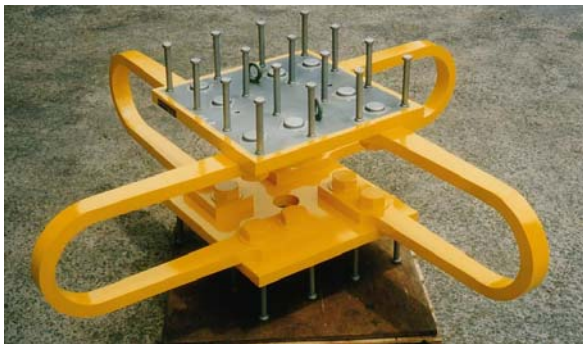

建物・構築物の免震構造に関する検討チーム 第3回会合

鋼材ダンパーの長周期長時間地震動に対する 設計・品質管理について



2020年7月28日
日鉄エンジニアリング(株)
渡辺 厚



日鉄エンジニアリング

1 鋼材ダンパーの累積塑性

鋼材ダンパーの疲労累積を考慮した減衰性能を評価する際に留意すべき事項について

1) 繰り返しによる耐力低下

2) 累積損傷度の確認



鋼材ダンパーの試験例(±600mm)

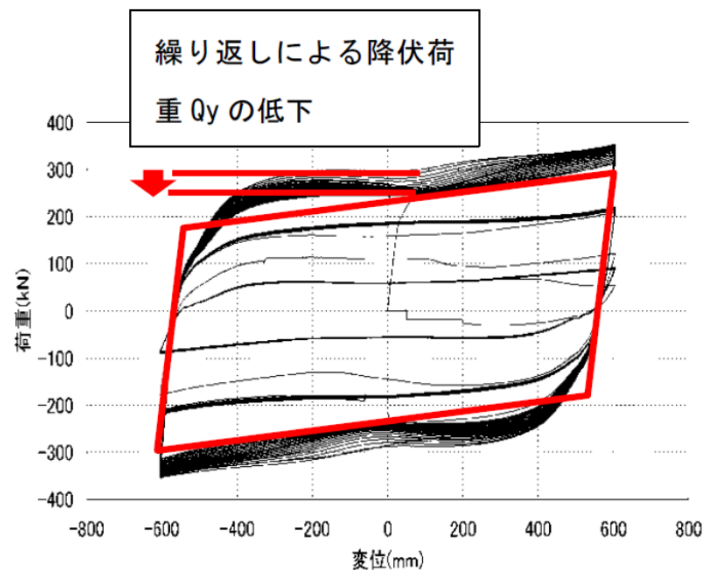


日鉄エンジニアリング

1 鋼材ダンパーの累積塑性

1) 繰り返しによる耐力低下

地震応答解析モデルにおいて、鋼材ダンパーの累積変形量に応じた降伏荷重の低減を考慮する。



鋼材ダンパーの破壊までの試験結果例 (UD50, $\pm 600\text{mm}$)

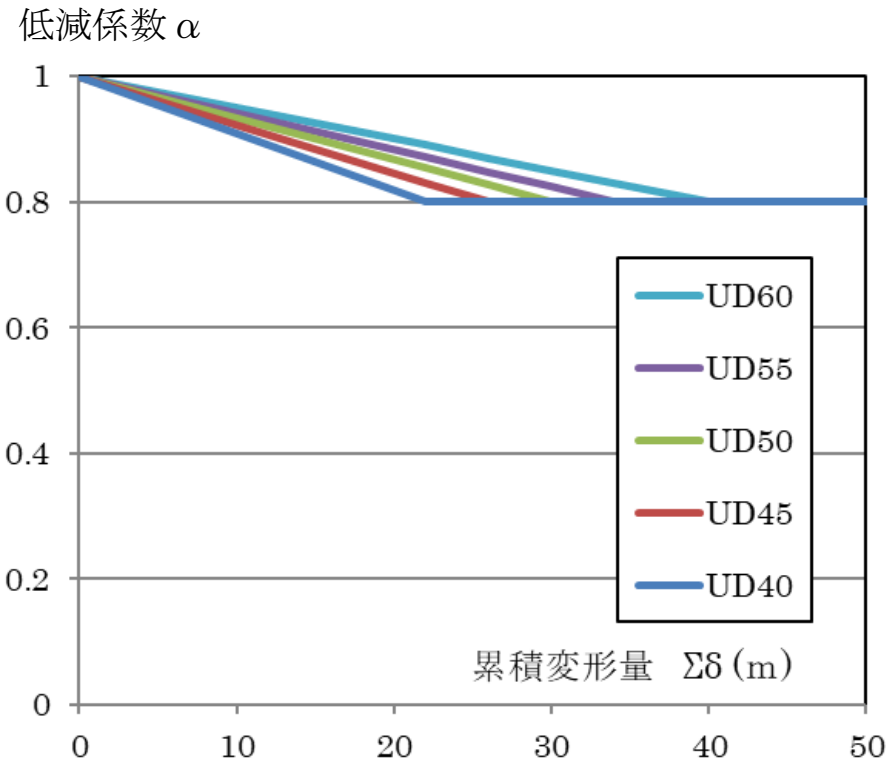
(出典: 参考文献1)



日鉄エンジニアリング

1 鋼材ダンパーの累積塑性

1) 繰り返しによる耐力低下



$$Q_y' = \alpha Q_y$$

α : 低減係数

累積変形量の関数とし、
一定の累積変形量を越えると
 $\alpha = 0.8$ (一定値) とする

鋼材ダンパーの降伏荷重の低減係数と累積変形量との関係

(出典: 参考文献1)

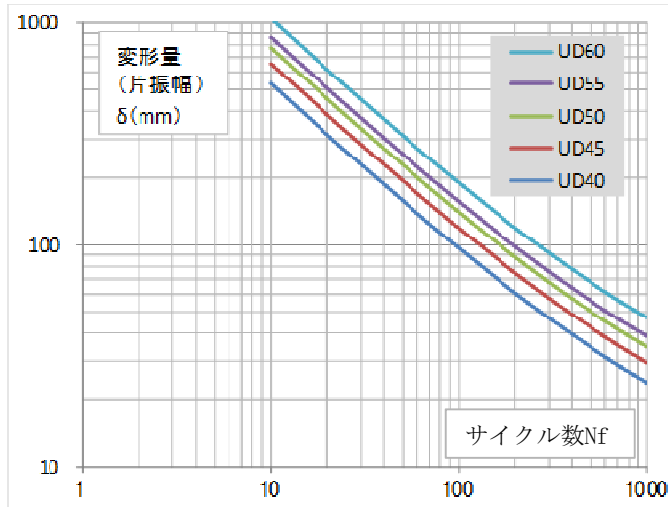


日鉄エンジニアリング

1 鋼材ダンパーの累積塑性

2) 累積損傷度の確認

鋼材ダンパーの時刻歴応答変位からレインフロー法により各振幅に対する破断までの繰り返し回数を求め、実験から定められた疲労性能式から累積損傷度Dを算出し、疲労破断しないことを確認する。



ダンパー シリーズ	疲労性能式	範囲	
		サイクル数Nf(回)	変位量 δ (mm)
UD40	$\delta = 0.800 \times (35Nf^{-0.15} + 3620Nf^{-0.20})$	$10 \leq Nf \leq 1000$	$24 \leq \delta \leq 533$
UD45	$\delta = 1.004 \times (35Nf^{-0.15} + 3620Nf^{-0.20})$	$10 \leq Nf \leq 1000$	$28 \leq \delta \leq 650$
UD50	$\delta = 1.200 \times (35Nf^{-0.15} + 3620Nf^{-0.20})$	$10 \leq Nf \leq 1000$	$35 \leq \delta \leq 750$
UD55	$\delta = 1.441 \times (35Nf^{-0.15} + 3620Nf^{-0.20})$	$10 \leq Nf \leq 1000$	$39 \leq \delta \leq 850$
UD60	$\delta = 1.740 \times (35Nf^{-0.15} + 3620Nf^{-0.20})$	$10 \leq Nf \leq 1000$	$47 \leq \delta \leq 1000$

鋼材ダンパーの疲労性能曲線式

(出典: 参考文献1)



2. 鋼材ダンパーの品質管理

- 1) 累積損傷度の確認(1次判定)
外観検査から簡易な方法で判定する
- 2) 累積損傷度の確認(2次判定)
2方向の地震応答変位の観測記録から詳細に判定する



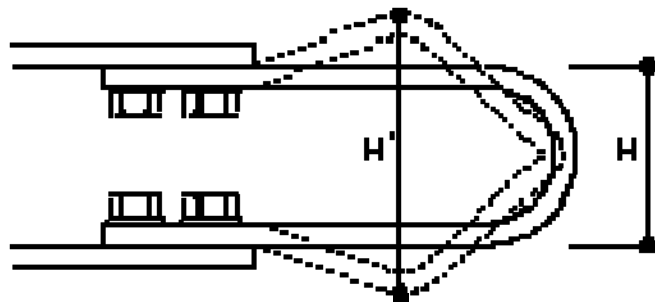
地震後の鋼材ダンパー



2. 鋼材ダンパーの品質管理

1) 累積損傷度の確認(1次判定)

地震後の履歴系ダンパーは、外観に残留塑性変形が発生しその形状変化率を測定することで地震後の継続利用の一次判定を簡便に行うことができる。



変形最大寸法 H' / 根元寸法 $H < 1.1$

鋼材ダンパーの形状の変化による判定方法

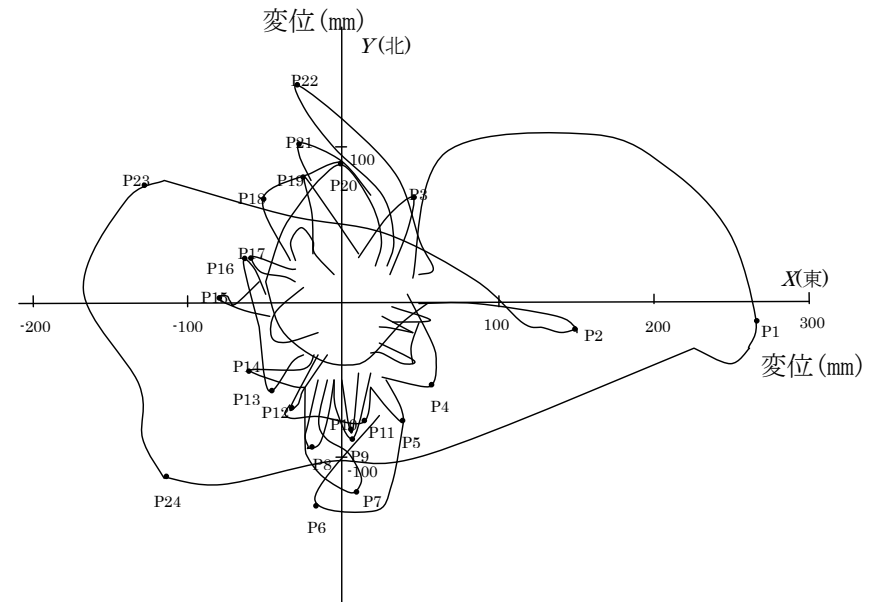
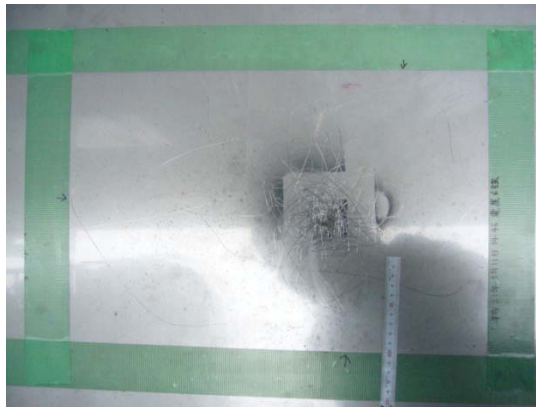
(出典:参考文献2)



日鉄エンジニアリング

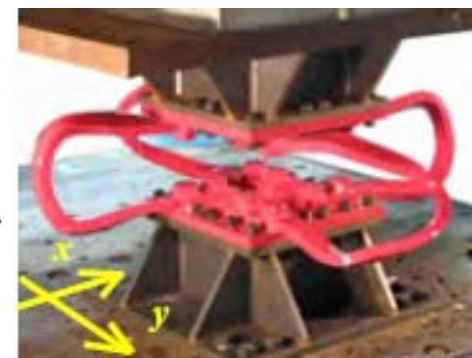
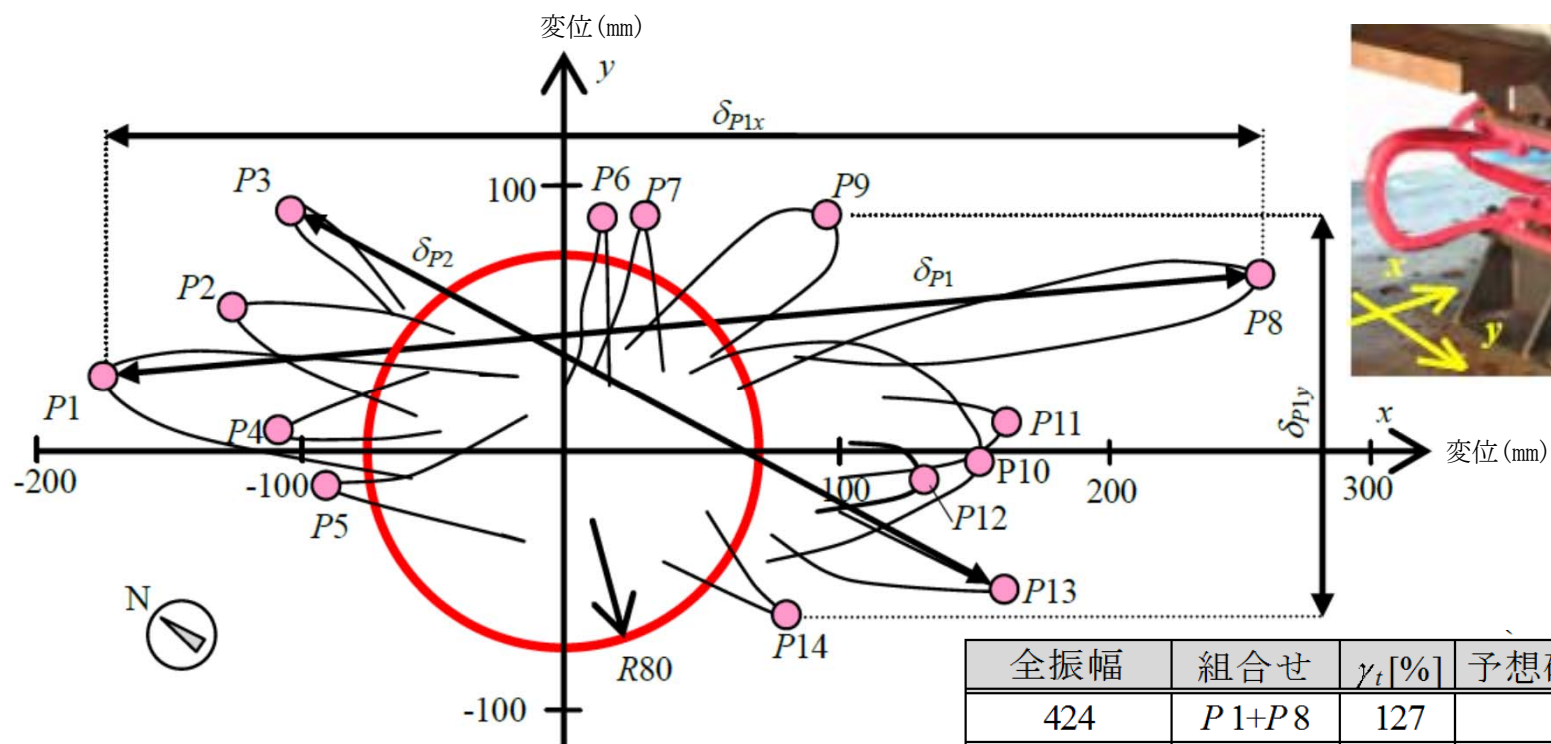
2. 鋼材ダンパーの品質管理

- 2) 累積損傷度の確認(2次判定)
健全性を詳細に判断する方法として、
2方向の地震応答変位の観測記録を2方向載荷実験から
求めた損傷評価法に適用することで累積損傷度を
算出することができる。



免震層の2方向の地震応答変位罫書記録の例

2) 累積損傷度の確認(2次判定)の例



累積損傷度の判定方法

(出典:参考文献4)

全振幅	組合せ	γ_i [%]	予想破断回数	D 値
424	P 1+P 8	127	80	0.012
301	P 3+P 13	90	132	0.008
286	P 2+P 11	85	142	0.007
262	P 4+P 10	78	161	0.006
218	P 5+P 12	65	214	0.005
216	P 9+P 9	64	218	0.005
182	P 14'+P 14	54	285	0.004
170	P 7+P 7	51	319	0.003
169	P 6'+P 6	50	323	0.003

$\Sigma D = 0.052$



参考文献

1. 日鉄エンジニアリング日本建築センター評定書
「長周期地震動に対する免震材料の性能変化(免震U型ダンパー)」
2. 日本免震構造協会「免震建物の維持管理基準-2018-」
(p28 3.2 履歴系ダンパー)
3. 日本建築学会大会学術講演梗概集「地震を受けた免震U型ダンパーの
残存疲労性能評価」 その3 某庁舎に対する評価 No.21374, 2013年8月
4. 日本建築学会技術報告集 「免震層の罫書き記録に基づく免震構造用U型
鋼材ダンパーの損傷評価法」, 第21巻第48号, pp.649-654, 2015年6月
5. 日本建築学会構造系論文集「ランダムな水平2方向変形に対する繰り返し
変形性能 その2 免震構造用U字形鋼材ダンパーの水平2方向特性」
第79巻第704号, pp.1457-1467, 2014年10月

<以上>

