

7

Richard Serra / Leslie Robertson
Doha, Qatar 2011

《7》
リチャード・セラ／レスリー・ロバートソン
カタール、ドーハ 2011





Located on a human-made peninsula in Doha, Qatar, Richard Serra's sculpture 7 is composed of seven rectangular steel plates, each 4 in thick (10.2 cm), 80 ft high (24.4 m) by 8 ft wide (2.4 m), arranged as a heptagon in plan. Each plate leans and tilts toward the top of the sculpture. The material is intended to rust in a pattern conducive to Serra's vision. Leslie E. Robertson Associates (LERA) determined the geometric layout of the sculpture in 3-dimensional software; reviewed the stability of the slender plates under thermal, wind, and seismic loads; and designed the connections between the individual plates and the sculpture's supports. Particularly challenging was the need to accommodate large ambient temperature gradients plus solar radiation. The sculpture and its connections were detailed to accommodate the unsymmetrical thermally induced expansion and contraction of the plates.

Architectural Form: 7 Structural Steel Plates

Seven plates of the sculpture were ordered and produced in Germany. This nearly 9-storey sculpture, Serra's tallest work, has a stance at the base of 10 ft, 4 in (3 m, 10.2 cm). While the slenderness of the structure is approximately 8:1, the plates themselves have a slenderness of 240:1. Similar to Serra's other sculptures, the plates of 7 are expected to rust; the characteristics of the rusting and of the mill scale are features designed by Serra to enhance the sculptural form. The sculpture rests on a human-made peninsula where only years before there was a shallow harbor. Over the course of 3 years an adjacent promenade was constructed; the design of the promenade by Pei Partnership serves in part to connect the site of the sculpture to the adjacent Museum of Islamic Art (designed by I. M. Pei with Pei Partnership and LERA). Serving as a visual icon, 7 is at the terminus of the promenade. Additionally, 7 is an icon for the capital of Doha, with the sculpture visible from the broad reaches of the surrounding harbor.

Creative Solution to the Project's Program Requirements

The size of 7 allows visitors to enjoy the sensation of being within it. In a way that is unlike regular buildings, all sides of the sculpture are visible to visitors, compelling the structural solutions to be minimal. Three of the plates tilt at a greater angle than the other plates, resulting in gaps at the base of the structure of approximately 4 ft (1.2 m). These gaps slowly narrow to points at the top of the sculpture where all 7 plates lean against each other; the top of the sculpture is the only

location where the overturning and shear forces within the various sides of the structure are balanced. Substantial welded connections are required at the top corners of the plates, connections that are largely hidden from view. While wind and seismic loads are important design considerations, loads imposed from the changes in temperature of the plates are of even greater importance. Where one side of a plate or the sculpture is exposed to the sun its temperature may be in excess of that required to burn your fingers, while plates in the shade will be at a much lower temperature. Welding, and much of the erection of the sculpture, was performed at night. The sizes of the welds were determined to accept the imposed temperature changes, plus loads imposed from wind and earthquake. For these widely differing loads, a joint probability analysis was developed and implemented. During the erection of the steel plates, until the welding of the connections had been completed, a temporary steel braced tower was constructed, thus providing temporary lateral support to the leaning plates.

The Connections at the Base of 7

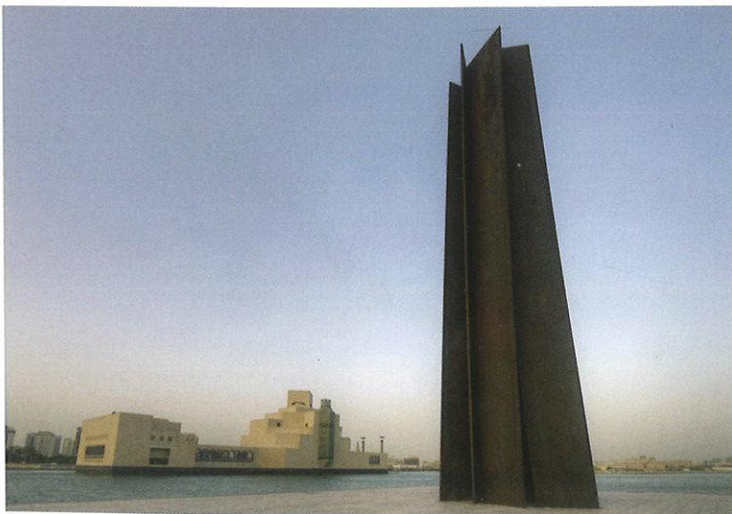
LERA designed the steel connections that support the plates, as well as the foundation. The base connections, being designed to accommodate the thermally induced expansion and contraction of the plates, were post-tensioned to the foundations. Also, the connections were designed for in-field adjustability, allowing for the slight tilting of the plates required for final fit-up. A detailed assembly sequence was specified for the base connections, while bond breaker and post-grouted pockets were provided around each of the anchor bolts to achieve the desired post-tensioning force.

Leslie E. Robertson Associates

pp. 94-95: The tallest sculpture by Richard Serra against skyscrapers of Doha. Photo courtesy of Qatar / Alamy Stock Photo. This page, bottom: The sculpture sits on an artificial pier which is part of the Museum of Islamic Art complex. Photo courtesy of Alexey Sergeev. Opposite: The sculpture is made up of 7 plates that tilt at an angle and lean against each other

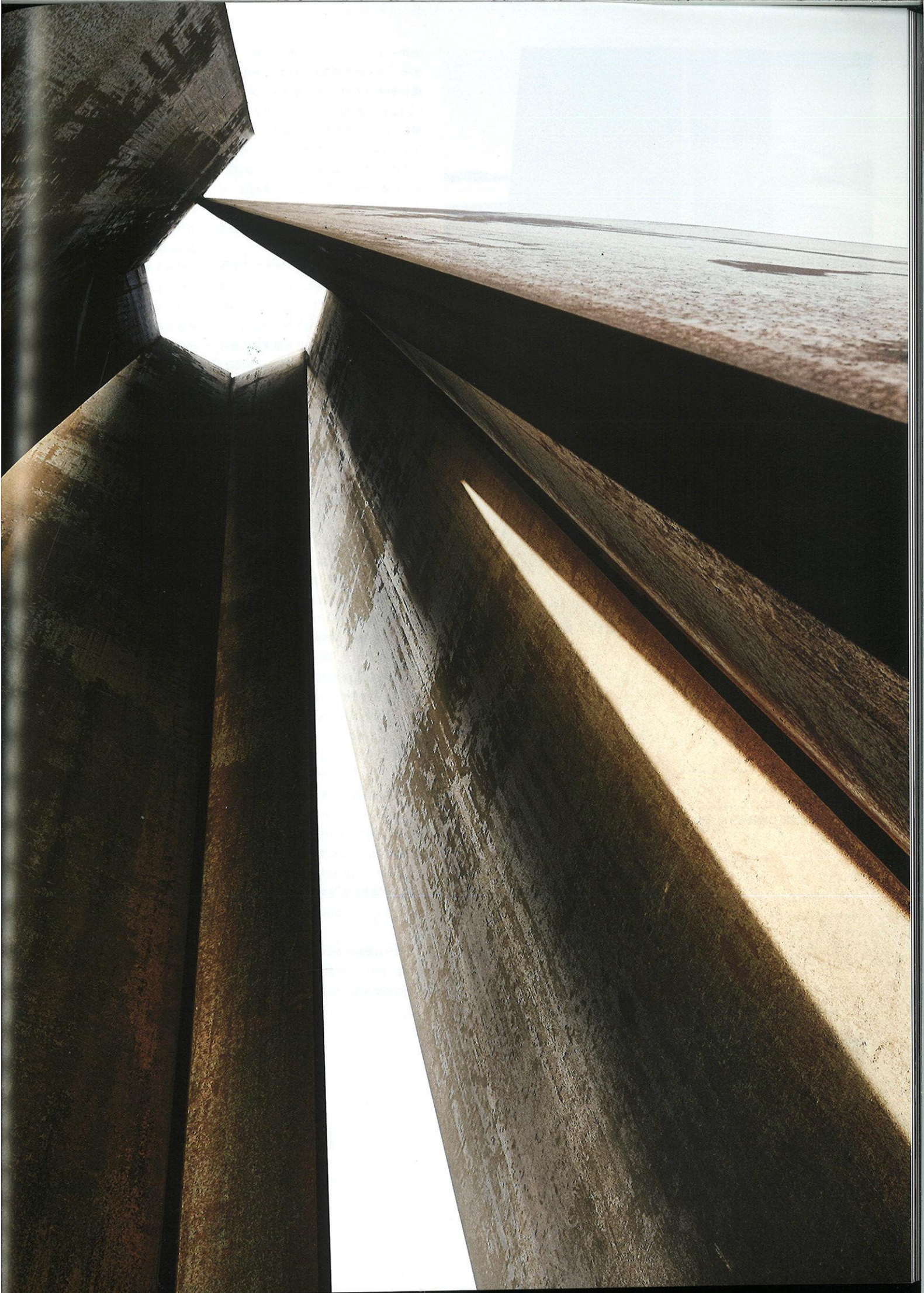
at the top. Photo courtesy of Richard Serra / Artists Rights Society, New York.

94~95頁：ドーハの高層ビル群を背景に、リチャード・セラによる最も高い彫刻を見る。本頁、下：彫刻は人工岬に立ち、イスラム芸術美術館コンプレックスの一部となる。右頁：彫刻を構成する7枚のプレートは、斜めに傾き、頂点で各々と接触する。



Credits and Data

Project title: 7
 Location: Museum of Islamic Art Park, Doha, Qatar
 Completion: 2011
 Artist: Richard Serra
 Structural Engineer: Leslie E. Robertson Associates (Leslie Robertson)
 Project team: Fuchs (assembly and erection)
 Material: Steel
 Dimensions: 7 steel plates, 23.7×2.43 m each





This page, top: The sculpture, 7, is erected on an artificial pier along Doha's waterfront. Photos on p. 96 courtesy of Leslie E. Robertson Associates. This page, middle: The seven plates are anchored with mechanical joints at the base.

本頁、上：ドーハのウォーターフロントの人工岬からそびえ立つ《7》。本頁、中：7枚のプレートは底面で機械式ジョイントで固定される。

カタール、ドーハの人工岬に位置するリチャード・セラの彫刻《7》は、七角形平面に組み合わせられた厚さ4インチ（約10.2cm）、高さ80フィート（約24.4m）、幅8フィート（約2.4m）の7枚の長方形のスティールのプレートで構成されている。それぞれのプレートは頂部に向かって傾斜し、互いに寄りかかっている。その素材は、リチャード・セラのヴィジョンを視覚化するようなパターンで錆びていくように計画されている。レスリー・E・ロバートソン・アソシエイツ（LERA）は3Dソフトウェアを使って彫刻の幾何学的なレイアウトを正確に描きだし、細長いプレートの温度、風、静的な荷重にたいする安定性を評価し、それぞれのプレートと彫刻の支持架構の接合部をデザインした。特に困難だったのは、大気温の大きな変動と、太陽光の輻射熱への対応であった。彫刻とそのすべての接合部は、温度によって引き起こされるプレートの非対称の拡張と収縮に対応するよう、それぞれのディテールが定められている。

建築形態：7枚の構造スティール・プレート
彫刻の7枚のプレートは、ドイツで発注・製造された。およそ9階建ての高さのこの彫刻は、セラの作品では最も高い。基礎部分の10フィート4インチ（約3.1m）の幅にたいし彫刻の縦横比はおおよそ8：1で、プレートそのものは240：1の縦横比となる。セラの他作品と同様、彫刻のプレートは錆びていくものとされた。錆とミルスケール（酸化皮膜）の紋様は、彫刻の形態を強めるために、セラによってデザインされた。《7》は、数年前まで浅瀬の入江であった人工岬に設置されている。3年の間に、隣接するプロムナードが建設された。ペイ・パートナーズによるプロムナードのデザインは、彫刻の立つ場所と隣接するイスラム芸術博物館（I・M・ペイとペイ・パートナーズおよびLERAのデザイン）を結び合わせる。視覚的アイコンとなる《7》は、プロムナードの終着点に位置している。さらに《7》は、彫刻を囲む入江の様々な場所から見ることから、ドーハの街のアイコンになっている。

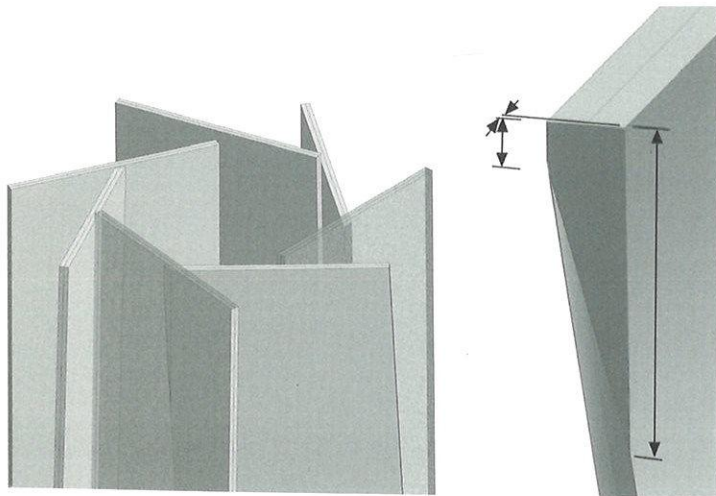
プログラム要件にたいする創造的解決
《7》は、訪れた人が内部に入り、内側にいることのできる大きさの

彫刻である。一般的な建物とは異なり、彫刻のすべての面が目に見えるものとなっており、構造的な要素は最小限である。3枚のプレートがほかのプレートよりも大きく傾斜し、基礎部分の構造に約4フィート（約1.2m）の隙間を生みだしている。その隙間は、7枚のプレートのすべてが互いに寄りかかる彫刻の頂部に向かって徐々に狭まっていく。彫刻の頂部は、すべての面の転倒応力や剪断応力がバランスする唯一の場所である。頂部ではプレートの隅部に溶接による相当な長さの接合が必要とされたが、接合部のほとんどは視界から隠されている。デザイン上、風と静的な荷重も考慮すべき重要な事項であったが、プレートの温度変化によってもたらされる荷重がより大きな重要度をもつ問題であった。日射しを受ける側のプレートが火傷するほど高温になる一方で、日陰側のプレートははるかに低温になる。溶接と彫刻の組み上げ作業のほとんどは夜間に行われた。溶接部分の大きさは、発生する温度変化、そして風や地震で生じる荷重に対応するよう決定された。大きく変動するこれらの荷重についての結合確率解析が定義され、計算が行われた。鉄鋼プレートの組み上げの工程では、接合部の溶接が完了するまでの間、補強用の鉄鋼仮設足場が組まれ、寄りかかるプレートに一時的な横方向の支えを提供した。

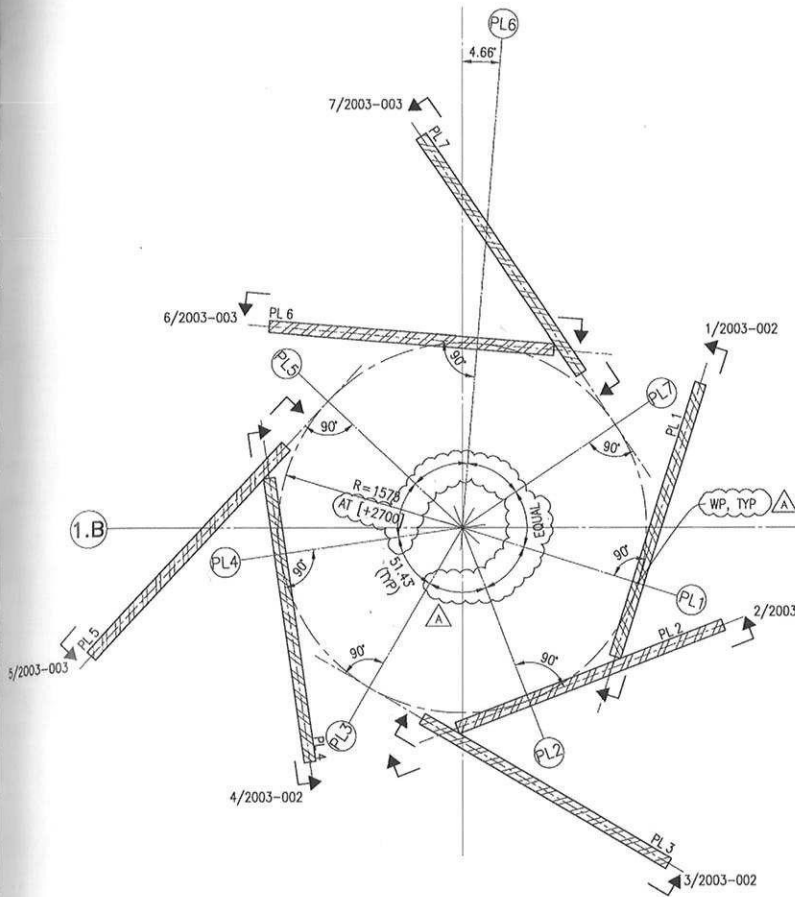
基礎部分の接合

LERAは、プレートを支持する鉄鋼接合部と基礎をデザインした。温度によって生じるプレートの拡張と収縮に対応するようにデザインされた基礎の接合部は、基礎にたいしポスト・テンションが加えられている。さらに接合部は内部で調整が可能なようにデザインされており、最終的な組み上げの際に必要なプレートの傾きの微調整を可能にしている。細かな組み上げの手順は、基礎の接合を最優先に決定された。十分なポスト・テンションを生み出すために、それぞれのアンカー・ボルトの周囲には、ボンド・ブレイカー（絶縁部分）とグラウト（無収縮モルタル）を充填した空隙が設けられている。

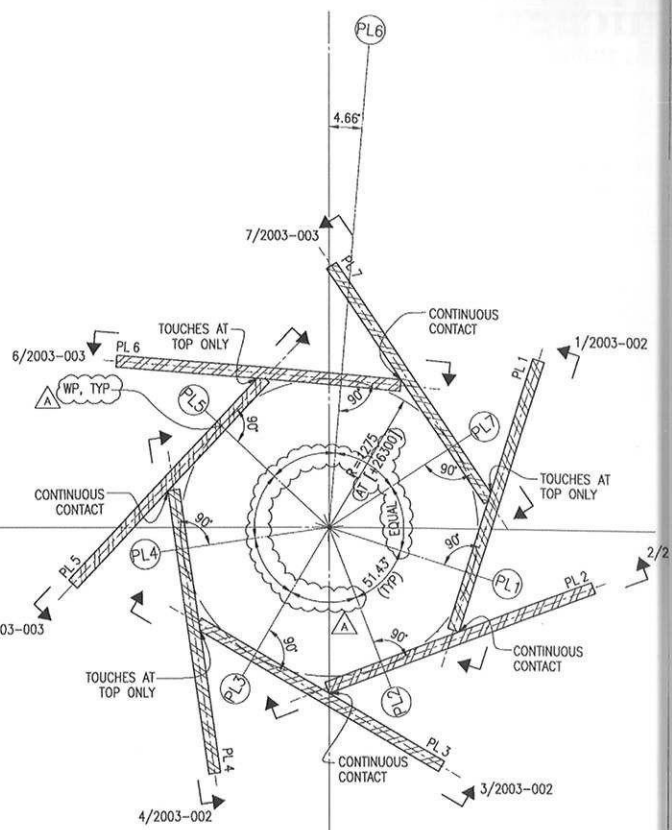
レスリー・E・ロバートソン・アソシエイツ
(中田雅章訳)



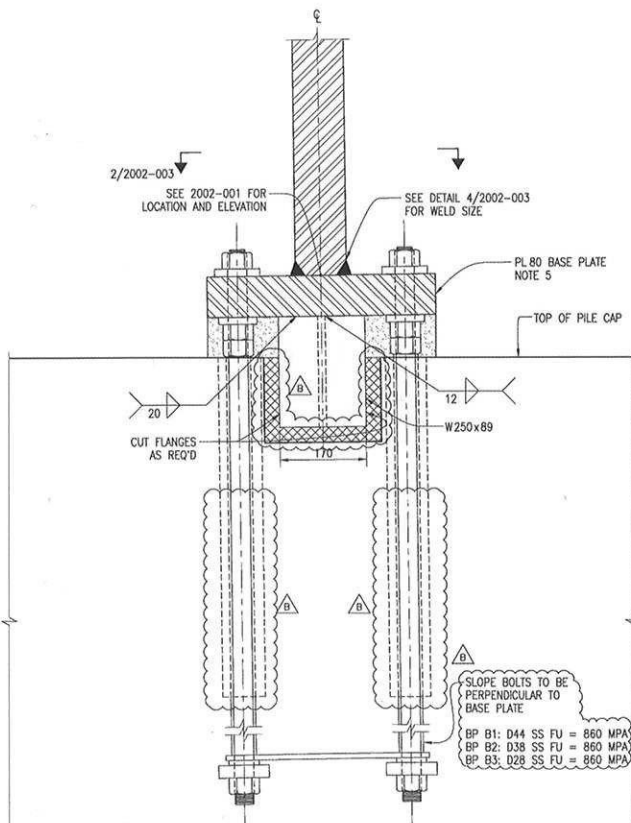
Welded joint detail at the top / 頂部溶接接合部詳細



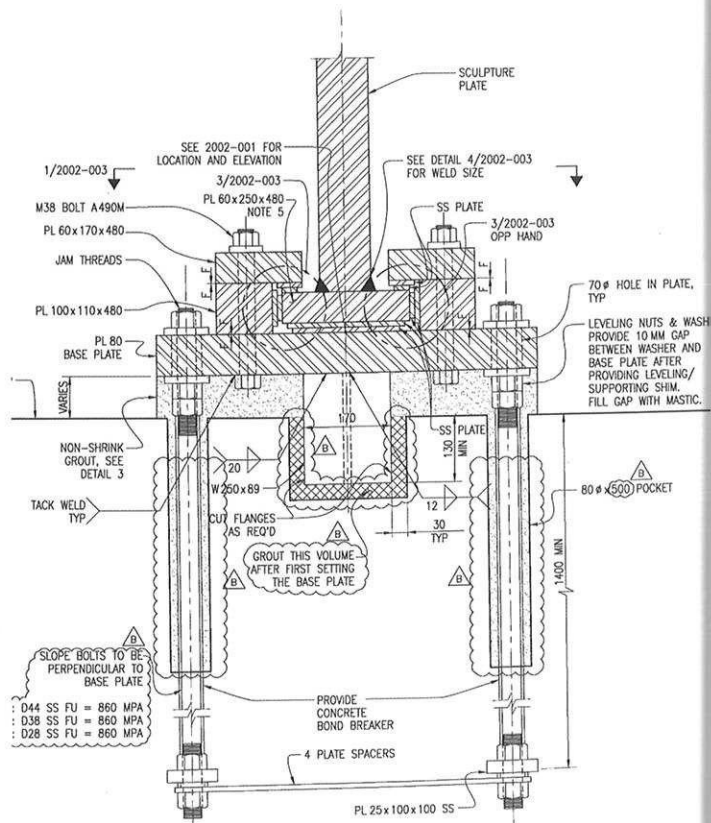
Plan at base (scale: 1/65) / 基部平面図 (縮尺: 1/65)



Plan at apex / 頂部平面図



Detail section of base connection (fixed) (scale: 1/15)
基部接合部詳細断面図 (固定) (縮尺: 1/15)



Detail section of base connection (sliding)
基部接合部詳細断面図 (スライド)